

IFW

PATENT
2611-0212P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Shinya ONO et al. Conf.: 7084
Appl. No.: 10/782,861 Group:
Filed: February 23, 2004 Examiner:
For: DISPLAY APPARATUS CONTROLLING
BRIGHTNESS OF CURRENT-CONTROLLED LIGHT
EMITTING ELEMENT (As Amended)

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

May 21, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Filed</u> |
|----------------|------------------------|-------------------|
| JAPAN | 2003-046541 | February 24, 2003 |
| JAPAN | 2003-392777 | November 21, 2003 |

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Michael K. Mutter, #29,680

MKM/mag
2611-0212P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)

SN: 10/782,861
DN: 2611-212P
Filed: 2/23/04
Inv.: Shinya ONO et al.
BOKB 703-205-8000

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

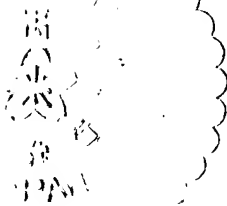
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 1 月 2 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 9 2 7 7 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 9 2 7 7 7]

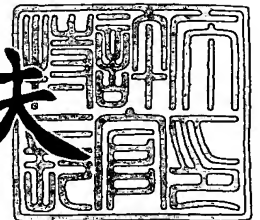
出 願 人
Applicant(s): 奇美電子股▲ふん▼有限公司
京セラ株式会社



2 0 0 4 年 3 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 0 7 8

【書類名】 特許願
【整理番号】 PIDA-15787
【提出日】 平成15年11月21日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G09G 3/30
G09G 3/20

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 インターナショナル
ディスプレイ テクノロジー株式会社 大和事業所内
【氏名】 小野 晋也

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 インターナショナル
ディスプレイ テクノロジー株式会社 大和事業所内
【氏名】 小林 芳直

【特許出願人】
【識別番号】 599142729
【氏名又は名称】 奇美電子股▲ふん▼有限公司

【代理人】
【識別番号】 100089118
【弁理士】
【氏名又は名称】 酒井 宏明

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 46541
【出願日】 平成15年 2月24日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 036711
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0216759

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

発光輝度に対応する電位を書き込むデータ書き込み手段と、該電位に応じて電流値を制御し、薄膜トランジスタを有するドライバー素子の閾値電圧を検出する閾値電圧検出手段とを備えたアクティブマトリックス型の表示装置において、

前記データ書き込み手段は、

発光輝度に対応した電位を供給するデータ線と、

前記データ線を介して供給される電位の書き込みを制御する第 1 のスイッチング手段と

を備え、

前記閾値電圧検出手段は、

前記ドライバー素子のゲート電極とドレイン電極との間の導通状態を制御する第 2 のスイッチング手段と、

流れる電流に対応した輝度の光を表示するとともに、電荷を蓄積する容量として前記ドライバー素子のソース電極またはドレイン電極に電荷を供給可能な電流発光素子と、

を備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

前記閾値電圧検出手段は、前記第 2 のスイッチング手段によりゲート電極とドレイン電極との間を短絡された前記ドライバー素子に対して、前記電流発光素子に蓄積された電荷に起因したゲート・ソース間の電位差に基づいてオン状態とした後、前記蓄積された電荷の減少によってゲート・ソース間の電位差が閾値電圧まで低下してオフ状態となることによって、前記ドライバー素子の閾値電圧を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

発光時に前記ドライバー素子に対して印加される電位は、前記閾値電圧検出手段により検出された前記ドライバー素子の閾値電圧と、前記データ書き込み手段により書き込まれた電位との和であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記閾値電圧検出手段は、発光時に前記電流発光素子に順方向の電圧を印加して電流を供給するとともに、前記電流発光素子に逆方向の電圧を印加して電荷を蓄積可能な電源線をさらに備えることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項 5】

前記第 1 のスイッチング手段の駆動状態を制御する第 1 の走査線をさらに備えたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項 6】

前記電流発光素子は、有機エレクトロルミネッセンス素子であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項 7】

前記データ書き込み手段は、前記データ線から供給された電位を保持するコンデンサをさらに備えたことを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項 8】

前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との間に設けられ、前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との電気的な導通を制御する第 3 のスイッチング手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項 9】

前記第 3 のスイッチング手段は、薄膜トランジスタを備えたことを特徴とする請求項 8 に記載の表示装置。

【請求項 10】

前記第 2 のスイッチング手段と前記第 3 のスイッチング手段の駆動状態を制御する第 2 の走査線をさらに備え、

前記第2のスイッチング手段と前記第3のスイッチング手段は、ゲート電極が前記第2の走査線に接続され、かつチャネル層の導電性が互いに異なる薄膜トランジスタをそれぞれ備えたことを特徴とする請求項8または9に記載の表示装置。

【請求項11】

前記第2のスイッチング手段と前記第3のスイッチング手段はチャネル層の導電性が同一の薄膜トランジスタを備え、前記第2のスイッチング手段と前記第3のスイッチング手段の駆動状態は別個の走査線で制御されることを特徴とする請求項8または9に記載の表示装置。

【請求項12】

前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との間に配置され、前記データ書き込み手段と電氣的に接続した第1の電極と前記閾値電圧検出手段と電氣的に接続した第2の電極とを有するコンデンサと、

前記第1の電極と電氣的に接続され、前記第1の電極の電位を制御する第4のスイッチング手段とを備えたことを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項13】

前記第4のスイッチング手段は、オン状態の際に前記第1の電極と前記第2の電極との間の電位差を維持しつつ、前記第1の電極に保持された電荷と同量かつ異なる極性の電荷を前記第2の電極に生じさせると共に前記第1の電極に保持された電荷を消去し、オフ状態の際に前記コンデンサに保持される電荷を移動させることなく電荷保持を継続することを特徴とする請求項12に記載の表示装置。

【請求項14】

前記第4のスイッチング手段は、薄膜トランジスタを備えたことを特徴とする請求項12または13に記載の表示装置。

【請求項15】

前記第2のスイッチング手段と前記第4のスイッチング手段の駆動状態を制御する第3の走査線をさらに備え、

前記第4のスイッチング手段と前記第2のスイッチング手段は、ゲート電極が前記第3の走査線に接続され、かつチャネル層の導電性が互いに異なる薄膜トランジスタをそれぞれ備えたことを特徴とする請求項12～14のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項16】

前記第2のスイッチング手段と前記第4のスイッチング手段はチャネル層の導電性が同一の薄膜トランジスタを備え、前記第2のスイッチング手段と前記第4のスイッチング手段の駆動状態は別個の走査線で制御されることを特徴とする12～14のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項17】

前記第2のスイッチング手段は、前記ドライバー素子のゲート電極と接続した第1の薄膜トランジスタと、前記ドライバー素子のドレイン電極と接続した第2の薄膜トランジスタと、を有することを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項18】

前記第2の薄膜トランジスタは、前記第1の薄膜トランジスタとともにオン状態となることで前記ドライバー素子のゲート電極とドレイン電極とを短絡し、閾値電圧検出後にオフ状態となることにより検出された閾値電圧を保持することを特徴とする請求項17に記載の表示装置。

【請求項19】

前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との間に配置され、前記データ書き込み手段と電氣的に接続した第1の電極と前記閾値電圧検出手段と電氣的に接続した第2の電極とを有するコンデンサをさらに備え、

前記データ線は、発光時と前記閾値電圧検出手段による前記ドライバー素子の閾値電圧の検出時と前記電流発光素子における電荷蓄積時とに基準電位を供給し、

前記第1のスイッチング手段は、発光時と前記閾値電圧検出手段による前記ドライバー

素子の閾値電圧の検出時と前記電流発光素子における電荷蓄積時とに前記データ線と前記第1の電極とを電氣的に導通させることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項20】

全ての前記電流発光素子が同時に光を表示し、同時に一枚の画面を表示することを特徴とする請求項1～19のいずれか一つに記載の表示装置。

【請求項21】

全ての前記電流発光素子に対して同時に電荷の蓄積が行なわれ、
全ての前記第2のスイッチング手段は、同時に前記ドライバー素子のゲート電極とドレイン電極とを短絡することを特徴とする請求項1～20のいずれか一つに記載の表示装置。
。

【書類名】明細書

【発明の名称】表示装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、電流発光素子の輝度を制御したアクティブマトリックス型の表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自ら発光する有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子を用いた有機EL表示装置は、液晶表示装置で必要なバックライトが不要で装置の薄型化に最適であるとともに、視野角にも制限がないため、次世代の表示装置として実用化が期待されている。また、有機EL表示装置に用いられる有機EL素子は、各発光素子の輝度が流れる電流値により制御される点で、液晶セルが電圧により制御される液晶表示装置等とは異なる。

【0003】

有機EL表示装置においては、駆動方式として単純（パッシブ）マトリックス型とアクティブマトリックス型とを採ることができる。前者は構造が単純であるものの大型かつ高精細のディスプレイの実現が困難であるとの問題がある。このため、近年、画素内部の発光素子に流れる電流を、同時に画素内に設けた能動素子、たとえば、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：TFT）によって制御する、アクティブマトリックス型の表示装置の開発が盛んに行われている。

【0004】

図20に、従来技術にかかるアクティブマトリックス方式の有機EL表示装置における画素回路を示す。従来技術における画素回路は、カソード側が正電源 V_{dd} に接続された有機EL素子105と、ドレイン電極が有機EL素子105のアノード側に接続され、ソース電極がグラウンドに接続されたTFT104と、TFT104のゲート電極とグラウンドとの間に接続されたコンデンサ103と、ドレイン電極がTFT104のゲート電極に、ソース電極がデータ線101に、ゲート電極が走査線106にそれぞれ接続されたTFT102とを有する構造をとる。

【0005】

上記画素回路の動作を以下に説明する。走査線106の電位を高レベルとし、データ線101に書き込み電位を印加すると、TFT102がオン状態となりコンデンサ103が充電または放電され、TFT104のゲート電極電位は書き込み電位となる。つぎに、走査線106の電位を低レベルとすると、TFT102はオフ状態となり、走査線106とTFT102は電氣的に切り離されるが、TFT104のゲート電極電位はコンデンサ103によって安定に保持される。

【0006】

そして、TFT104および有機EL素子105に流れる電流は、TFT104のゲート・ソース間電圧 V_{gs} に応じた値となり、有機EL素子105はその電流値に応じた輝度で発光し続ける。ここで、走査線106を選択してデータ線101に与えられた輝度情報を画素内部に伝える動作を、以下、「書き込み」と呼ぶこととする。上述のように図20に示す画素回路では一度電位の書き込みを行えば、つぎに書き込みが行われるまでの間、有機EL素子105は一定の輝度で発光を継続する（たとえば、特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】特開平8-234683号公報（第10頁、第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ここで、アクティブマトリックス型の有機EL素子表示装置においては、能動素子としてガラス基板上に形成されたTFTが利用される。しかし、非晶質であるアモルファスシリコンを使用し形成されたTFTにおいては、長時間にわたり電流が流れた場合、電流が

流れた当初と比較し、閾値電圧が変動する場合がある。また、TFTの劣化により閾値電圧が変動する場合もある。このように、アモルファスシリコンを使用し形成されたTFTは、同一画素において閾値電圧の変動が発生する場合がある。

【0009】

図21は、劣化前のTFTと劣化後のTFTの電圧-電流特性を示すグラフである。図21において、曲線13は劣化前のTFTのゲート・ソース間電圧 V_{gs} とドレイン電流 I_d の特性を示し、曲線14は、劣化後のTFTの特性を示す。また、 V_{th4} および V_{th4}' は、劣化前および劣化後のTFTの閾値電圧である。図21に示すように、劣化前と劣化後ではTFTの閾値電圧は異なるため、同じ電位 V_{D4} が書き込まれた場合、各々のドレイン電流は I_{d2} および I_{d3} と異なる値となる。したがって、 V_{D4} の電位を与えることによってドライバー素子のTFTの劣化前には有機EL素子には I_{d2} だけ流れたにも関わらず、TFTの劣化後には I_{d3} ($< I_{d2}$) の値の電流しか流れず、所定の輝度の光を表示できないこととなる。このため、電流発光素子に流れる電流を制御するTFTの閾値電圧が変動した場合、同一の電位を印加したにもかかわらず電流発光素子に流れる電流は変動し、この結果、表示装置の表示部で表示される輝度が不均一となり、画質劣化の原因となる。

【0010】

本発明は、上記した従来技術の欠点に鑑みてなされたものであり、表示装置の表示部において表示される輝度が均一であるアクティブマトリックス型の表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1にかかる表示装置は、発光輝度に対応する電位を書き込むデータ書き込み手段と、該電位に応じて電流値を制御し、薄膜トランジスタを有するドライバー素子の閾値電圧を検出する閾値電圧検出手段と、を備えたアクティブマトリックス型の表示装置において、前記データ書き込み手段は、発光輝度に対応した電位を供給するデータ線と、前記データ線を介して供給される電位の書き込みを制御する第1のスイッチング手段と、を備え、前記閾値電圧検出手段は、前記ドライバー素子のゲート電極とドレイン電極との間の導通状態を制御する第2のスイッチング手段と、流れる電流に対応した輝度の光を表示するとともに、電荷を蓄積する容量として前記ドライバー素子のソース電極またはドレイン電極に電荷を供給可能な電流発光素子と、を備えたことを特徴とする。

【0012】

本発明にかかる表示装置によれば、ドライバー素子であるTFTの閾値電圧が変動した場合でも、第2のスイッチング手段を設けることにより別個独立に機能する閾値電圧検出手段によって検出された閾値電圧を、書き込み電圧に加えた電圧がゲート・ソース間電圧となり、TFTに流れる電流は変動せず有機EL素子は均一な輝度の光を表示する。

【0013】

請求項2にかかる表示装置は、前記閾値電圧検出手段は、前記第2のスイッチング手段によりゲート電極とドレイン電極との間を短絡された前記ドライバー素子に対して、前記電流発光素子に蓄積された電荷に起因したゲート・ソース間の電位差に基づいてオン状態とした後、前記蓄積された電荷の減少によってゲート・ソース間の電位差が閾値電圧まで低下してオフ状態となることによって、前記ドライバー素子の閾値電圧を検出することを特徴とする。

【0014】

請求項3にかかる表示装置は、発光時に前記ドライバー素子に対して印加される電位は、前記閾値電圧検出手段により検出された前記ドライバー素子の閾値電圧と、前記データ書き込み手段により書き込まれた電位との和であることを特徴とする。

【0015】

請求項4にかかる表示装置は、前記閾値電圧検出手段は、発光時に前記電流発光素子に順方向の電圧を印加して電流を供給するとともに、前記電流発光素子に逆方向の電圧を印加して電荷を蓄積可能な電源線をさらに備えることを特徴とする。

【0016】

請求項5にかかる表示装置は、前記第1のスイッチング手段の駆動状態を制御する第1の走査線をさらに備えたことを特徴とする。

【0017】

請求項6にかかる表示装置は、前記電流発光素子は、有機エレクトロルミネッセンス素子であることを特徴とする。

【0018】

請求項7にかかる表示装置は、前記データ書き込み手段は、前記データ線から供給された電位を保持するコンデンサをさらに備えたことを特徴とする。

【0019】

請求項8にかかる表示装置は、前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との間に設けられ、前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との電氣的な導通を制御する第3のスイッチング手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0020】

請求項9にかかる表示装置は、前記第3のスイッチング手段は、薄膜トランジスタを備えたことを特徴とする。

【0021】

請求項10にかかる表示装置は、前記第2のスイッチング手段と前記第3のスイッチング手段の駆動状態を制御する第2の走査線をさらに備え、前記第2のスイッチング手段と前記第3のスイッチング手段は、ゲート電極が前記第2の走査線に接続され、かつチャネル層の導電性が互いに異なる薄膜トランジスタをそれぞれ備えたことを特徴とする。

【0022】

請求項11にかかる表示装置は、前記第2のスイッチング手段と前記第3のスイッチング手段はチャネル層の導電性が同一の薄膜トランジスタを備え、前記第2のスイッチング手段と前記第3のスイッチング手段の駆動状態は別個の走査線で制御されることを特徴とする。

【0023】

請求項12にかかる表示装置は、前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との間に配置され、前記データ書き込み手段と電氣的に接続した第1の電極と前記閾値電圧検出手段と電氣的に接続した第2の電極とを有するコンデンサと、前記第1の電極と電氣的に接続され、前記第1の電極の電位を制御する第4のスイッチング手段とを備えたことを特徴とする。

【0024】

請求項13にかかる表示装置は、前記第4のスイッチング手段は、オン状態の際に前記第1の電極と前記第2の電極との間の電位差を維持しつつ、前記第1の電極に保持された電荷と同量かつ異なる極性の電荷を前記第2の電極に生じさせると共に前記第1の電極に保持された電荷を消去し、オフ状態の際に前記コンデンサに保持される電荷を移動させることなく電荷保持を継続することを特徴とする。

【0025】

請求項14にかかる表示装置は、前記第4のスイッチング手段は、薄膜トランジスタを備えたことを特徴とする。

【0026】

請求項15にかかる表示装置は、前記第2のスイッチング手段と前記第4のスイッチング手段の駆動状態を制御する第3の走査線をさらに備え、前記第4のスイッチング手段と前記第2のスイッチング手段は、ゲート電極が前記第3の走査線に接続され、かつチャネル層の導電性が互いに異なる薄膜トランジスタをそれぞれ備えたことを特徴とする。

【0027】

請求項16にかかる表示装置は、前記第2のスイッチング手段と前記第4のスイッチング手段はチャネル層の導電性が同一の薄膜トランジスタを備え、前記第2のスイッチング手段と前記第4のスイッチング手段の駆動状態は別個の走査線で制御されることを特徴と

する。

【0028】

請求項17にかかる表示装置は、前記第2のスイッチング手段は、前記ドライバー素子のゲート電極と接続した第1の薄膜トランジスタと、前記ドライバー素子のドレイン電極と接続した第2の薄膜トランジスタと、を有することを特徴とする。

【0029】

請求項18にかかる表示装置は、前記第2の薄膜トランジスタは、前記第1の薄膜トランジスタとともにオン状態となることで前記ドライバー素子のゲート電極とドレイン電極とを短絡し、閾値電圧検出後にオフ状態となることにより検出された閾値電圧を保持することを特徴とする。

【0030】

請求項19にかかる表示装置は、前記データ書き込み手段と前記閾値電圧検出手段との間に配置され、前記データ書き込み手段と電氣的に接続した第1の電極と前記閾値電圧検出手段と電氣的に接続した第2の電極とを有するコンデンサをさらに備え、前記データ線は、発光時と前記閾値電圧検出手段による前記ドライバー素子の閾値電圧の検出時と前記電流発光素子における電荷蓄積時とに基準電位を供給し、前記第1のスイッチング手段は、発光時と前記閾値電圧検出手段による前記ドライバー素子の閾値電圧の検出時と前記電流発光素子における電荷蓄積時とに前記データ線と前記第1の電極とを電氣的に導通させることを特徴とする。

【0031】

請求項20にかかる表示装置は、全ての前記電流発光素子が同時に光を表示し、同時に一枚の画面を表示することを特徴とする。

【0032】

請求項21にかかる表示装置は、全ての前記電流発光素子に対して同時に電荷の蓄積が行なわれ、全ての前記第2のスイッチング手段は、同時に前記ドライバー素子のゲート電極とドレイン電極とを短絡することを特徴とする。

【発明の効果】

【0033】

以上説明したように、本発明にかかる表示装置によれば、ドライバー素子であるTFTの閾値電圧が変動した場合でも、閾値電圧検出手段により検出された閾値電圧を書き込み電位に加えた電圧がゲート・ソース間電圧となり、TFTに流れる電流は変動せず、有機EL素子は均一な輝度の光を表示する。また、本発明にかかる表示装置によれば、ドライバー素子であるTFTのゲート電極とドレイン電極を短絡する第2のスイッチング手段を閾値電圧検出手段に設けることにより、データの書き込みと閾値電圧の検出を別個独立に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下に図面を参照して、本発明にかかる表示装置を説明する。なお、ここでは、本発明について、電流発光素子として有機EL素子を、能動素子として薄膜トランジスタを、アクティブマトリックス型の表示装置液晶表示装置にそれぞれ用いた場合について説明するが、画素の表示素子として、流れる電流によって輝度が変化する電流発光素子を用いるアクティブマトリックス型の表示装置全般に適用可能である。また、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付しており、図面は模式的なものである。

【0035】

(実施の形態1)

まず、実施の形態1にかかる表示装置について説明する。本実施の形態1にかかる表示装置を構成する画素回路は、データ線と第1のスイッチング手段およびコンデンサを有するデータ書き込み手段と、第2のスイッチング手段と電流発光素子を有する閾値電圧検出手段を備える。さらに、データ書き込み手段と閾値電圧検出手段との電氣的な接続を制御

するスイッチング手段としての T F T を備えた構造を有する。かかる画素回路により、データ書き込み手段と閾値電圧検出手段は別個独立に動作するよう構成されており、データ書き込み手段により書き込まれた電位に、データ書き込み手段とは別個独立に動作可能な閾値電圧検出手段により検出された閾値電圧を加えた電位がドライバー素子に印加されることによって、ドライバー素子の閾値電圧が変動する場合でも電流発光素子に均一な電流を供給する表示装置を実現する。

【0036】

図1は、本実施の形態1における画素回路の構造を示した図である。かかる画素回路は、図1に示すように、電流発光素子の輝度に対応した電位を供給するデータ線3と、かかる電位の書き込みを制御する第1のスイッチング手段である T F T 4 と、書き込まれた電位を保持するコンデンサ5と、T F T 4 のゲート電極に接続する第1の走査線である走査線10により構成されるデータ書き込み手段1を備える。さらに、ドライバー素子である T F T 6 と、第2のスイッチング手段である T F T 8 と、電流発光素子である有機 E L 素子7と、有機 E L 素子7に接続する電源線であるコモン線9により構成される閾値電圧検出手段2を備える。また、データ書き込み手段1と閾値電圧検出手段2の間には、第3のスイッチング手段である T F T 11 が設けられている。本実施の形態1にかかる表示装置は、かかる画素回路をマトリックス状に配置して構成される。なお、説明を容易にするため、T F T 6 については、有機 E L 素子7と接続する電極をソース電極とし、グラウンドに接続する電極をドレイン電極とする。

【0037】

データ書き込み手段1は、データ線3により有機 E L 素子7の表示輝度に対応した電位を与えられ、かかる電位を保持する機能を有する。データ書き込み手段1を構成するデータ線3は有機 E L 素子7の輝度に対応した電位を与え、T F T 4 はデータ線3に接続しデータ線3を介して供給される電位の書き込みを制御する。また、コンデンサ5は、T F T 4 のドレイン電極と接続するとともに、書き込まれた電位を保持し、T F T 6 のゲート電極に保持した電位を供給する。さらに、走査線10は、T F T 4 のゲート電極に接続し、T F T 4 のオン状態またはオフ状態の駆動状態を制御する。

【0038】

閾値電圧検出手段2は、ドライバー素子である T F T 6 の閾値電圧を検出する機能を有する。かかる閾値電圧検出手段2を構成する T F T 6 は、オン状態となることによりゲート・ソース間電圧に対応した電流を有機 E L 素子7に供給する。有機 E L 素子7は、本来 T F T 6 がオン状態の際に与えられた電流に対応した輝度の光を表示するためのものであるが、閾値電圧検出手段2においては、T F T 6 のソース電極に対して電荷を供給する容量として機能する。有機 E L 素子7は、電気的には発光ダイオードと等価なものととらえることが可能であって、順方向の電位差を与えた場合には電流が流れて発光する一方、逆方向の電位差を与えた場合には電位差に応じて電荷を蓄積する機能を有するためである。

【0039】

また、閾値電圧検出手段2を構成する T F T 8 は、ソース電極が T F T 6 のゲート電極と接続し、ドレイン電極が T F T 6 のドレイン電極と接続している。また、T F T 6 のドレイン電極と T F T 8 のドレイン電極はグラウンドに接続している。したがって、T F T 8 は、オン状態となることにより、T F T 6 のゲート電極とドレイン電極を短絡するとともに、T F T 6 のゲート電極をグラウンドに接続する機能を有する。後述するように、本実施の形態1にかかる表示装置では、T F T 8 等を設けることによって、データ線3等のデータ書き込み手段1の構成要素を用いることなく T F T 6 の閾値電圧の検出を可能としている。また、T F T 8 のオン状態は走査線12により制御される。さらに、コモン線9は、本来有機 E L 素子7の発光時に電流を供給するためのものであるが、閾値電圧検出手段2においては、電位の極性を発光時と比較し反転することにより T F T 6 にソース電極からドレイン電極に向かって電流を流し有機 E L 素子7に電荷を蓄積させる機能を有する。

【0040】

さらに、TF T 1 1 は、データ書き込み手段 1 と閾値電圧検出手段 2 との間に設けられ、データ書き込み手段 1 と閾値電圧検出手段 2 の電氣的な接続を制御する。すなわち、データ書き込み手段 1 と閾値電圧検出手段 2 を電氣的に導通させ TF T 6 のゲート電極とソース電極との間に所定の電位差を発生させる場合には TF T 1 1 をオン状態とし、データ書き込み手段 1 と閾値電圧検出手段 2 を電氣的に絶縁する場合には TF T 1 1 をオフ状態とする。TF T 1 1 を設けることにより、データ書き込み手段 1 と閾値電圧検出手段 2 とを電氣的に絶縁することが可能となるため、一方の動作が他方の動作に影響を与えることを防止している。

【0041】

また、TF T 1 1 は、閾値電圧検出手段 2 を構成する TF T 8 とチャネル層の導電性が異なる TF T である。さらに、TF T 1 1 のゲート電極と TF T 8 のゲート電極はともに第 2 の走査線である走査線 1 2 に接続されており、走査線 1 2 に供給される電位の極性により TF T 8 と TF T 1 1 のいずれかがオン状態とされる。たとえば、図 1 に示すように TF T 8 が p 型 TF T である場合、TF T 1 1 は TF T 8 とチャネル層の導電性が異なる n 型 TF T となる。TF T 1 1 をオン状態にするためには走査線 1 2 の電位を正の電位とする必要があり、TF T 8 をオン状態にするためには走査線 1 2 の電位を負の電位とする必要がある。また、TF T 1 1 を p 型 TF T、TF T 8 を n 型 TF T としてもよく、この場合 TF T 1 1 をオン状態にするためには走査線 1 2 の電位を負の電位とする必要があり、TF T 8 をオン状態にするためには走査線 1 2 の電位を正の電位とする必要がある。なお、後述するように、第 2 のスイッチング手段である TF T 8 と第 3 のスイッチング手段である TF T 1 1 は、チャネル層の導電性が同一である TF T としてもよく、この場合は第 2 のスイッチング手段である TF T と第 3 のスイッチング手段である TF T を別個の走査線で制御することとなる。

【0042】

つぎに、図 2 および図 3-1 ~ 図 3-4 を参照し、図 1 に示す画素回路の動作を説明する。図 2 は、実施の形態 1 における画素回路のタイミングチャートである。図 3-1 は、図 2 に示す (a) における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図 3-2 は、図 2 に示す (b) における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図 3-3 は、図 2 に示す (c) における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図 3-4 は、図 2 に示す (d) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。本実施の形態 1 にかかる表示装置では、図 2 (a) ~ (d) および図 3-1 ~ 図 3-4 に示すように、画素回路においてデータ書き込みと閾値電圧検出は別個独立の工程で行われる。なお、図 3-1 ~ 図 3-4 において、実線部は電流が流れる部分を示し、破線部は電流が流れていない部分を示す。

【0043】

図 2 (a) および図 3-1 に示す工程は、閾値電圧検出の前段階として、有機 EL 素子 7 に電荷を蓄積させる前処理工程である。具体的には、TF T 6 に発光時と逆方向の電流を流し有機 EL 素子 7 に電荷を蓄積させる工程である。ここで、TF T 6 に発光時と逆方向の電流、すなわち、ソース電極からドレイン電極に向かう電流を流すため、TF T 6 のソース電極にドレイン電極よりも大きな正の電位をかけなければならない。このため、TF T 6 のソース電極が接続するコモン線 9 の電位の極性を負の電位から正の電位とする。また、TF T 1 1 のオン状態は維持されており TF T 6 のゲート電極にはコンデンサ 5 からの電荷の供給が継続するため、TF T 6 のオン状態は維持されたままである。したがって、TF T 6 のソース電極はドレイン電極よりも大きな電位差が発生し、ゲート電極にはドレイン電極に対して閾値電圧よりも大きい電位が印加されており、TF T 6 にはソース電極からドレイン電極に向かって電流が流れる。TF T 6 と接続する有機 EL 素子 7 にも発光時と逆方向の電流が流れ込むため、有機 EL 素子 7 は容量として機能し、アノード側にコンデンサ 5 に残存する電荷より十分に大きい負の電荷を蓄積する。有機 EL 素子 7 に電荷が蓄積された後、蓄積された電荷を保持するため、走査線 1 2 の電位を逆転させ負の電位とし TF T 1 1 をオフ状態とする。このとき、TF T 1 1 と同様に走査線 1 2 により制御される TF T 8 はオン状態となる。なお、本工程ではデータの書き込みは行われない

ため、データ線 3 からの電位の書き込みを制御する T F T 4 はオフ状態とする必要があり、走査線 10 は負の電位のままである。

【0044】

図 2 (b) および図 3-2 に示す工程は、閾値電圧検出手段 2 によってドライバー素子である T F T 6 の閾値電圧を検出する閾値電圧検出工程である。前処理工程で有機 E L 素子 7 への負の電荷の蓄積が終了した後、コモン線 9 は正の電位から 0 電位となる。p 型 T F T である T F T 8 のオン状態を維持するため、走査線 12 は負の電位としたままである。T F T 8 をオン状態に維持することにより、T F T 6 のゲート電極とドレイン電極は短絡されるとともにグラウンドに接続される。このため、T F T 6 のゲート電極とドレイン電極には 0 電位が与えられる。ここで、有機 E L 素子 7 は T F T 6 のソース電極と接続しているため、有機 E L 素子 7 のアノード側に蓄積された負の電荷に基づいて、T F T 6 のゲート・ソース間電圧は閾値電圧よりも大きくなり、T F T 6 はオン状態となる。また、T F T 6 のドレイン電極はグラウンドに電氣的に接続される一方、T F T 6 のソース電極は負電荷が蓄積された有機 E L 素子 7 に接続されている。したがって、T F T 6 においてはゲート電極とソース電極の間に電位差が発生し、ドレイン電極からソース電極に向かって電流が流れる。かかる電流が流れることによって、有機 E L 素子 7 に蓄積された負電荷の絶対値は徐々に減少し、T F T 6 のゲート・ソース間電圧も徐々に低くなる。そして、T F T 6 のゲート・ソース間電圧が閾値電圧 ($=V_{th1}$) まで減少した時点で、T F T 6 はオフ状態となり、有機 E L 素子 7 に蓄積された負電荷の絶対値の減少も停止する。T F T 6 のゲート電極がグラウンドに接続されていることから、オフ状態となった時点における T F T 6 のソース電極の電位は ($-V_{th1}$) に維持されることとなる。以上より、T F T 6 のソース電極に T F T 6 の閾値電圧 ($-V_{th1}$) が現れ、T F T 6 の閾値電圧が検出される。なお、本工程では、走査線 12 は負の電位であるため T F T 11 はオフ状態を維持しており、閾値電圧検出手段 2 とデータ書き込み手段 1 は電氣的に絶縁される。したがって、データ書き込み手段 1 における動作が本工程に影響を与えることはない。また、ドライバー素子である T F T 6 の閾値電圧の検出は、閾値電圧検出手段 2 の構成要素のみによってなされ、データ書き込み手段 1 の構成要素の動作を必要としない。

【0045】

図 2 (c) および図 3-3 に示す工程は、データ書き込み手段 1 により有機 E L 素子 7 の輝度に対応する電位をデータ線 3 を介して書き込むデータ書き込み工程である。データ線 3 は、有機 E L 素子 7 の輝度に対応する電位を供給するため、電位 0 を示していた状態から有機 E L 素子 7 の輝度に対応する電位 V_{D1} に変化する。また、データ線 3 により供給された電位を画素回路内に書き込むため、走査線 10 を正の電位とし T F T 4 をオン状態とする。T F T 4 がオン状態となることにより、T F T 4 を介してデータ線 3 より電位 V_{D1} が書き込まれ、書き込まれた電位はコンデンサ 5 に保持される。書き込み電位 V_{D1} がコンデンサ 5 に保持された後、T F T 4 をオフ状態とするため走査線 10 は負の電位となる。なお、走査線 12 は負の電位のままであり、T F T 11 はオフ状態を維持する。したがって、データ書き込み手段 1 と閾値電圧検出手段 2 は電氣的に絶縁され、閾値電圧検出手段 2 における動作が本工程に影響を与えることはない。以上より、データの書き込みはデータ書き込み手段 1 の構成要素のみによってなされ、閾値電圧検出手段 2 の動作を必要としない。言い換えると、データの書き込みはデータ書き込み手段 1 の構成要素のみによってなされ、T F T 6 の閾値電圧の検出は閾値電圧検出手段 2 の構成要素のみによってなされるため、データ書き込み手段 1 と閾値電圧検出手段 2 は独立して機能する。

【0046】

図 2 (d) および図 3-4 に示す工程は、有機 E L 素子 7 が発光する発光工程である。すなわち、コンデンサ 5 に保持された電荷が T F T 6 に供給され、T F T 6 がオン状態になり T F T 6 に電流が流れることにより有機 E L 素子 7 が発光する工程である。コンデンサ 5 に保持された電荷を T F T 6 のゲート電極に供給するためには、コンデンサ 5 と T F T 6 のゲート電極との間に設けられる T F T 11 をオン状態とし電氣的に導通させる必要がある。このため、走査線 12 の電位を正の電位とすることにより T F T 11 をオン状態

とし、TFT6のゲート電極にコンデンサ5に保持されていた電荷 V_{D1} を供給する。TFT6のゲート電極に電荷が供給されるため、TFT6はオン状態となる。ここで、TFT6には、ソース電極に閾値電圧検出工程において検出された閾値電圧($-V_{th1}$)が現れている。本工程でTFT6のゲート電極にはコンデンサ5より供給された電位 V_{D1} が印加されるため、TFT6には($V_{D1} + V_{th1}$)のゲート・ソース間電圧が発生する。この結果、TFT6には、ゲート・ソース間電圧である($V_{D1} + V_{th1}$)に対応する電流が流れる。ドライバー素子であるTFT6に電流が流れることにより、TFT6に接続する有機EL素子7にも電流が流れ、有機EL素子7は流れる電流に対応した輝度の光を表示する。なお、本工程ではデータの書き込みは行われないため、データ線3からの電位の書き込みを制御するTFT4はオフ状態とする必要があり、走査線10は負の電位のままである。

【0047】

従来、アモルファスシリコンを使用し形成されたTFTにおいては閾値電圧の変動が発生しやすく、同じ電位を書き込んでも閾値電圧の変動によって有機EL素子に流れる電流が異なり表示輝度が不均一となっていた。しかし、本実施の形態1における画素回路においては、TFT6のゲート・ソース間電圧は書き込み電位 V_{D1} とTFT6の閾値電圧 V_{th1} の和であり、かかる和電圧に対応する電流がTFT6に流れる。TFT6の閾値電圧を書き込み電位 V_{D1} に加えた電圧がTFT6のゲート・ソース間電圧となるため、TFT6の閾値電圧の変動は補償される。この結果、TFT6に流れる電流は変動せず、有機EL素子7は均一な輝度の光を表示し、画質の劣化は抑制される。以下、図4を参照して説明する。

【0048】

図4は、劣化前のTFT6と劣化後のTFT6の電圧-電流特性を示すグラフである。図4において、曲線1₁は劣化前のTFT6のゲート・ソース間電圧 V_{gs} とドレイン電流 I_d の特性を示し、曲線1₂は劣化後のTFT6の特性を示す。また、 V_{th1} および V_{th1}' は、劣化前および劣化後のTFT6の閾値電圧である。図4に示すように、劣化前と劣化後ではTFT6の閾値電圧が異なる。ここで、実施の形態1における画素回路においては、閾値電圧検出手段2で検出されたTFT6の閾値電圧とデータ書き込み手段1により書き込まれた電位 V_{D1} との和である電圧が、TFT6のゲート・ソース間電圧となる。このため、同じ電位 V_{D1} が書き込まれた場合、TFT6のゲート・ソース間電圧はそれぞれ $V_{D1} + V_{th1}$ および $V_{D1} + V_{th1}'$ と異なる。しかし、劣化前と劣化後にTFT6の閾値電圧が異なる場合であっても、図4に示すようにドレイン電流はともに I_{d1} となり、TFT6には均一な電流が流れる。したがって、TFT6の閾値電圧が変動する場合であっても、有機EL素子には所定の電流が流れることとなり、有機EL素子7は所定の輝度の光を表示し、画質の劣化は抑制される。

【0049】

また、本実施の形態1にかかる表示装置は、第2のスイッチング手段としてTFT8を設けることにより、閾値電圧検出工程においてTFT6のゲート電極とドレイン電極を短絡させ、ゲート電極とドレイン電極をグラウンドに接続している。この結果、TFT6においては、ゲート電極と負の電荷を蓄積した有機EL素子7と接続するソース電極の間に電位差が生じ電流が流れる。その後、ゲート・ソース間電圧が閾値電圧(V_{th1})となりTFT6がオフ状態となることによりソース電極に閾値電圧を検出する。したがって、TFT8を設けることにより、閾値電圧検出手段2の構成要素の動作のみによってTFT6の閾値電圧を検出する。このため、閾値電圧検出工程において、TFT6のゲート電極とTFT11およびTFT4を介して接続するデータ線3の電位を0電位とする必要はなく、閾値電圧の検出にデータ書き込み手段1の構成要素の動作は必要とされない。

【0050】

また、実施の形態1にかかる表示装置には、データ書き込み手段1と閾値電圧検出手段2との間にTFT11が設けられている。TFT11はオフ状態になることによりデータ書き込み手段1と閾値電圧検出手段2を電氣的に絶縁するため、一方の動作が他方の動作

に影響を与えることを防止することが可能となる。このため、閾値電圧検出手段1とデータ書き込み手段2は別個独立に動作することができる。ここで、図5に、データの書き込みと閾値電圧の検出の動作を同じタイミングで終了した場合の、図1に示す画素回路のタイミングチャートを示す。図5(a)～(d)は図2の(a)～(d)と同様に、それぞれ、前処理工程、閾値電圧検出工程、データ書き込み工程および発光工程を示すタイミングチャートである。上記のように、閾値電圧検出手段2とデータ書き込み手段1は別個に動作可能であるため、図5に示すように同じタイミングで終了することが可能である。そして、閾値電圧の検出とデータの書き込みを同じタイミングで終了することによって、全工程に関する時間の短縮化を実現できる。

【0051】

さらに、有機EL素子7に直列に配置されるTF Tは、ドライバー素子であるTF T6のみであるため、有機EL素子7以外の非発光部で消費される電力の低減が可能である。また、走査線12によりTF T8とTF T11の2箇所のTF Tを制御するため、回路構成が簡単であり、電源電圧の利用効率および有機EL素子7に供給される電位の書き込み効率が低い。

【0052】

なお、実施の形態1における画素回路として図1にTF T11とTF T8を一つの走査線12により制御する構造を示したが、第2のスイッチング手段であるTF Tと第3のスイッチング手段であるTF Tのそれぞれに別個の走査線を接続する構造としてもよい。たとえば、図6に示すように、TF T11と第2のスイッチング手段であるTF T13がともにチャンネル層の導電性が同一の薄膜トランジスタ、たとえばn型TF Tである構造である。かかる画素回路においては、TF T11は走査線14により制御され、TF T13は走査線14とは別個の走査線15により制御される。図6に示す画素回路の動作方法の工程は、図3-1～図3-4に示す各工程と同様であり、図2に示すタイミングチャートにおいて走査線12のみで制御していた第2のスイッチング手段と第3のスイッチング手段をそれぞれ走査線14および走査線15で制御することとなる。すなわち、第3のスイッチング手段であるTF T11をオン状態とする場合には走査線12が正の電位を示すタイミングと同じタイミングで走査線14を正の電位とし、第2のスイッチング手段であるTF T13をオン状態とする場合には走査線12が負の電位を示すタイミングと同じタイミングで走査線15を正の電位とすることとなる。

【0053】

ただし、コンデンサ5に保持される電荷の放出を効果的に防止するため、図6に示す画素回路の各構成要素は図7に示すタイミングチャートに従い動作することが好ましい。ここで、図7(a)～(d)は、図2の(a)～(d)と同様に、それぞれ、前処理工程、閾値電圧検出工程、データ書き込み工程および発光工程である。図7(a)に示す前処理工程において、有機EL素子7への負電荷の蓄積後、TF T13をオン状態とする前にTF T11をオフ状態とする。かかるタイミングでTF T11とTF T13が動作することにより、コンデンサ5に保持される電荷がTF T13を介してグラウンドへ放出されることを効果的に防止する。また、図7(c)に示すデータ書き込み工程終了後においては、TF T13をオフ状態とするため走査線15を負の電位とする。かかるタイミングでTF T13が動作することにより、コンデンサ5に保持される書き込み電位がTF T13を介してグラウンドに放出されることを防止する。

【0054】

以上より、図6に示す画素回路の各構成要素は、第2のスイッチング手段であるTF T13と第3のスイッチング手段であるTF T11の駆動状態を別個の走査線で制御するため、図7のタイミングチャートに従った動作が可能となる。この結果、コンデンサ5に保持される電荷の放出を効果的に防止することが可能となる。また、図6に示す画素回路は、チャンネル層の導電性が同一であるTF Tのみで構成されるため、製造コストの低減も可能となる。

【0055】

また、本実施の形態1では、行または列ごとにデータ書き込み工程を行って行または列ごとに順次発光工程を行なう方式で画像を表示させるほか、全ての有機EL素子7を同時に発光させて同時に1枚の画面を表示する全面一括制御方式で画像を表示してもよい。また、本実施の形態1では、全ての画素回路に対して、同時に前処理工程を行なってもよい。すなわち、全ての有機EL素子7に対して同時に電荷の蓄積が行なわれるとしてもよい。また、本実施の形態1では、全ての画素回路に対して、同時に閾値電圧検出工程を行なってもよい。すなわち、全てのTF T 8は、同時にオン状態となり、TF T 6のドレイン電極とゲート電極とを短絡してもよい。

【0056】

(実施の形態2)

つぎに、実施の形態2にかかる表示装置について説明する。本実施の形態2にかかる表示装置を構成する画素回路は、データ線と第1のスイッチング手段およびコンデンサを有するデータ書き込み手段と、第2のスイッチング手段と電流発光素子を有する閾値電圧検出手段を備える。さらに、コンデンサからドライバー素子への電荷の供給を制御するスイッチング手段としてのTF Tを備えた構造を有する。かかる画素回路により、データ書き込み手段と閾値電圧検出手段が別個独立に動作するように構成されている。さらに、データ書き込み手段により書き込まれた電位に、データ書き込み手段とは別個独立に機能する閾値電圧検出手段によって検出された閾値電圧を加えた電位がドライバー素子に印加されることによって、ドライバー素子の閾値電圧が変動する場合でも電流発光素子に均一な電流を供給する表示装置を実現できる。

【0057】

図8は、本実施の形態2における画素回路の構造を示した図である。かかる画素回路は、図8に示すように、電流発光素子の輝度に対応した電位を供給するデータ線23と、かかる電位の書き込みを制御する第1のスイッチング手段であるTF T 24と、書き込まれた電位を保持するコンデンサ25と、TF T 24のゲート電極に接続する第1の走査線である走査線30により構成されるデータ書き込み手段21を備える。また、ドライバー素子であるTF T 26と、第2のスイッチング手段であるTF T 28と、電流発光素子である有機EL素子27と、TF T 26のソース電極に接続する電源線であるコモン線29により構成される閾値電圧検出手段22を備える。さらに、コンデンサ25の負極には、ソース電極がコモン線29と接続した第4のスイッチング手段であるTF T 31が接続されている。本実施の形態2にかかる表示装置は、かかる画素回路をマトリックス状に配置して構成される。なお、説明を容易にするため、TF T 26については、有機EL素子27と接続する電極をドレイン電極とし、コモン線29に接続する電極をソース電極とする。

【0058】

データ書き込み手段21は、データ線23より有機EL素子27の表示輝度に対応した電位を与えられ、かかる電位を保持する機能を有する。かかるデータ書き込み手段21を構成するデータ線23、第1のスイッチング手段であるTF T 24、コンデンサ25および第1の走査線である走査線30は、実施の形態1にて説明した画素回路におけるデータ書き込み手段1を構成する各構成要素と同様の機能を有する。なお、コンデンサ25はデータ書き込み手段21と閾値電圧検出手段22を電気的に分離する機能も有する。

【0059】

閾値電圧検出手段22は、ドライバー素子であるTF T 26の閾値電圧を検出する機能を有する。かかる閾値電圧検出手段22を構成するTF T 26は、オン状態となることによりゲート・ソース間電圧に対応した電流を有機EL素子27に供給する機能を有する。また、有機EL素子27は、本来TF T 26がオン状態の際に与えられた電流に対応した輝度の光を表示するためのものであるが、閾値電圧検出手段22においては、TF T 26のゲート電極とドレイン電極に対して電荷を供給する容量として機能する。また、TF T 28は、オン状態となることによりTF T 26のゲート電極とドレイン電極を短絡する機能を有する。後述するように、本実施の形態2にかかる表示装置では、TF T 28を設けることによって、データ線23等のデータ書き込み手段21の構成要素を用いることなく

TFT26の閾値電圧の検出を可能としている。また、TFT28のオン状態は走査線32により制御される。なお、電源線であるコモン線29は、実施の形態1にて説明したコモン線9と同様の機能を有する。

【0060】

さらに、TFT31は、コンデンサ25の負極とコモン線29の間に設けられ、コンデンサ25とコモン線29の電氣的な接続を制御する機能を有する。TFT31は、後述する各工程にて電位の極性が変化するコモン線29と、コンデンサ25の負極との接続を制御することにより、コンデンサ25からドライバー素子であるTFT26への電荷の移動を制御する。すなわち、TFT31がオン状態となりTFT31に電流が流れることによりコンデンサ25からTFT26に電荷が移動し、TFT26のゲート電極とソース電極との間に所定の電位差を発生させる。この結果、TFT31がオン状態となりTFT31に電流が流れることにより、データ書き込み手段21と閾値電圧検出手段22との間に電荷の移動が発生しデータ書き込み手段21と閾値電圧検出手段22は電氣的に接続される。

【0061】

また、TFT31は、閾値電圧検出手段22を構成するTFT28とチャネル層の導電性が逆である。さらに、TFT31のゲート電極とTFT28のゲート電極はともに第3の走査線である走査線32に接続されており、走査線32に供給される電位の極性によりTFT28とTFT31のいずれかがオン状態とされる。たとえば、図8に示すようにTFT28がp型TFTである場合TFT31はn型TFTとなる。TFT31をオン状態にするためには走査線32の電位を正の電位とする必要があり、TFT28をオン状態とするためには走査線32の電位を負の電位とする必要がある。なお、TFT31をp型TFT、TFT28をn型TFTとしてもよく、この場合TFT31をオン状態とするためには走査線32を負の電位とする必要があり、TFT28をオン状態とするためには走査線32を正の電位とする必要がある。なお、後述するように、第2のスイッチング手段であるTFT28と第4のスイッチング手段であるTFT31は、チャネル層の導電性が同一であるTFTとしてもよく、この場合は第2のスイッチング手段であるTFTと第4のスイッチング手段であるTFTを別個の走査線で制御することとなる。

【0062】

つぎに、図9および図10-1～図10-5を参照し、図8に示す画素回路の動作を説明する。図9は、実施の形態2における画素回路のタイミングチャートである。図10-1は、図9に示す(a)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図10-2は、図9に示す(b)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図10-3は、図9に示す(c)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図10-4は、図9に示す(d)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図10-5は、図9に示す(e)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。本実施の形態2にかかる表示装置では、図9(a)～(e)および図10-1～図10-5に示すように、データ書き込みと閾値電圧検出は別個独立の工程で行われる。図10-1～図10-5において、実線部は電流が流れる部分を示し、破線部は電流が流れていない部分を示す。

【0063】

図9(a)および図10-1に示す工程は、閾値電圧検出の前段階として、有機EL素子27に電荷を蓄積させる前処理工程である。具体的には、TFT26に発光時と逆方向の電流を流すことによって有機EL素子27に電荷を蓄積させる工程である。本工程は、実施の形態1における画素回路の前処理工程と同様に、コモン線29の電位の極性を発光時と比較し反転することによって、有機EL素子27のカソード側にコンデンサ25に残存する電荷より十分に大きい正の電荷を蓄積させる。

【0064】

図9(b)および図10-2に示す工程は、閾値電圧検出手段22がドライバー素子であるTFT26の閾値電圧を検出する閾値電圧検出工程である。前処理工程で有機EL素子27への正の電荷の蓄積が終了した後、コモン線29は正の電位から0電位となる。走

査線 32 は負の電位のままであるため、TFT28 がオン状態を維持することにより、TFT26 のゲート電極とドレイン電極は短絡され同電位となる。ここで、有機 EL 素子 27 は TFT26 のドレイン電極と接続しているため、有機 EL 素子 27 に蓄積された正の電荷は、TFT26 のドレイン電極および TFT28 によって短絡される TFT26 のゲート電極に供給される。また、本工程において、コモン線 29 は正の電位から 0 電位となるため、コモン線 29 に接続する TFT26 のソース電極には 0 電位が与えられる。したがって、TFT26 のゲート・ソース間電圧は閾値電圧よりも大きくなり、TFT26 はオン状態となる。TFT26 にはゲート電極とソース電極の間に電位差が発生するため、ドレイン電極からソース電極に向かって電流が流れる。TFT26 に電流が流れることによって、有機 EL 素子 27 に蓄積された正電荷は徐々に減少し、TFT26 のゲート・ソース間電圧も徐々に低くなる。そして、TFT26 のゲート・ソース間電圧が閾値電圧 ($=V_{th2}$) まで減少した時点で、TFT26 はオフ状態となり、有機 EL 素子 27 に蓄積された正の電荷の減少も停止する。ここで TFT26 のソース電極は 0 電位であるコモン線 29 に接続し、TFT26 のゲート電極とドレイン電極は有機 EL 素子 27 に接続していることから、TFT26 がオフ状態となった後 TFT26 のゲート電極とドレイン電極の電位は V_{th2} に維持されることになる。以上より、TFT26 のゲート電極とドレイン電極に TFT26 の閾値電圧 V_{th2} が現れ、TFT26 の閾値電圧が検出される。また、TFT26 の閾値電圧の検出は、閾値電圧検出手段 22 の構成要素のみによってなされ、データ書き込み手段 21 の構成要素の動作を必要としない。

【0065】

図 9 (c) および図 10-3 は、検出した TFT26 の閾値電圧を保持する閾値電圧保持工程である。TFT31 がオフ状態を維持するため、TFT26 のゲート電極およびドレイン電極に現れた TFT26 の閾値電圧 V_{th2} はコンデンサ 25 の正極で保持される。

【0066】

図 9 (d) および図 10-4 は、データ書き込み工程である。実施の形態 1 における画素回路のデータ書き込み工程と同様に、有機 EL 素子 27 の輝度に対応する電位は、TFT24 を介してデータ線 23 から書き込まれコンデンサ 25 にて保持される。なお、本工程において書き込まれる電位は ($-V_{D2}$) である。コンデンサ 25 の正極には閾値電圧検出工程にて検出された TFT26 の閾値電圧 V_{th2} が保持されているため、コンデンサ 25 には TFT26 の閾値電圧と書き込まれた電位との和である電圧に対応する電荷が保持されることとなる。また、TFT31 はオフ状態を維持するため、データ書き込み手段 21 と閾値電圧検出手段 22 は電氣的に分離され、閾値電圧検出手段 22 における動作が本工程に影響を与えることはない。以上より、データの書き込みはデータ書き込み手段 21 の構成要素のみによってなされ、閾値電圧検出手段 22 の動作を必要としない。言い換えると、データの書き込みはデータ書き込み手段 21 の構成要素のみによってなされ、TFT26 の閾値電圧の検出は閾値電圧検出手段 22 の構成要素のみによってなされるため、データ書き込み手段 21 と閾値電圧検出手段 22 は独立して機能する。

【0067】

図 9 (e) および図 10-5 は、有機 EL 素子 27 が発光する発光工程である。すなわち、コンデンサ 25 に保持された電荷がドライバー素子である TFT26 に供給され、TFT26 がオン状態になり TFT26 に電流が流れることにより有機 EL 素子 27 が発光する工程である。ここで、コンデンサ 25 に保持される電荷を TFT26 のゲート電極に供給するためには、TFT31 をオン状態にする必要がある。このため、走査線 32 を正の電位にし、TFT31 をオン状態とする。TFT31 がオン状態となることによりコンデンサ 25 の負極の電位はグラウンドまで上昇し、コンデンサ 25 の正極には負極に保持されていた電位 ($-V_{D2}$) が与えられ ($V_{D2} + V_{th2}$) が現れる。かかる電位が TFT26 のゲート電極に印加され、TFT26 はオン状態となる。TFT26 のドレイン電極は有機 EL 素子 27 に接続し、ソース電極は負の電位とされたコモン線 29 に接続するため、TFT26 には ($V_{D2} + V_{th2}$) のゲート・ソース間電圧が発生し、ドレイン電極からソース電極に向かって、かかるゲート・ソース間電圧に対応する電流が流れる。ドライバ

一素子に電流が流れることにより、TFT26に接続する有機EL素子27にも電流が流れ、有機EL素子27は流れる電流に対応した輝度の光を表示する。なお、本工程ではデータの書き込みは行われないため、TFT24はオフ状態を維持する。

【0068】

実施の形態2にかかる表示装置においては、実施の形態1にかかる表示装置と同様に、発光工程におけるドライバー素子であるTFT26のゲート・ソース間電圧は書き込まれた電位 V_{D2} とTFT26の閾値電圧である V_{th2} の和であり、かかる和電圧に対応する電流がTFT26に流れる。したがって、TFT26の閾値電圧を書き込まれた電位 V_{D2} に加えた電圧がTFT26のゲート・ソース間電圧となるため、TFT26の閾値電圧の変動は補償される。この結果、TFT26に流れる電流は変動せず、有機EL素子は均一な輝度の光を表示し、画質の劣化は抑制される。

【0069】

また、本実施の形態2にかかる表示装置は、第2のスイッチング手段としてTFT28を設けることにより、閾値電圧検出工程においてTFT26のゲート電極とドレイン電極を短絡させ同電位とする。0電位であるコモン線29と接続するソース電極とゲート電極との間に電位差が生じ電流が流れ、ゲート・ソース間電圧が閾値電圧(V_{th})となりTFT26がオフ状態となることによりゲート電極に閾値電圧を検出する。したがって、TFT28を設けることにより、閾値電圧検出手段22の構成要素の動作のみによってTFT26の閾値電圧を検出する。このため、閾値電圧の検出にデータ書き込み手段21の構成要素の動作を必要としない。

【0070】

また、実施の形態2にかかる表示装置は、TFT31がオン状態となりTFT31に電流が流れることにより、データ書き込み手段21と閾値電圧検出手段22が電気的に接続される。さらに、データ書き込み手段21と閾値電圧検出手段との境界には絶縁物であるコンデンサ25が設けられている。したがって、データ書き込み手段21と閾値電圧検出手段22は絶縁物により境界を隔てられているため、TFT31がオフ状態である場合には電気的に分離される。このため、一方の動作が他方の動作に影響を与えることを防止することが可能となり、閾値電圧検出手段21とデータ書き込み手段22は別個独立に動作する。ここで、図11に、データの書き込みと閾値電圧の検出の動作を同じタイミングで終了した場合の、図8に示す画素回路のタイミングチャートを示す。図11(a)～(e)は図9の(a)～(e)と同様に、それぞれ、前処理工程、閾値電圧検出工程、閾値電圧保持工程、データ書き込み工程および発光工程を示すタイミングチャートである。上記のように、閾値電圧検出手段22とデータ書き込み手段21は別個独立に動作可能であるため、図11に示すように同じタイミングで終了することが可能である。そして、閾値電圧の検出とデータの書き込みを同じタイミングで終了することによって、全工程に関する時間の短縮化を実現できる。

【0071】

さらに、有機EL素子27に直列に配列されるTFTは、ドライバー素子であるTFT26のみであるため、有機EL素子27以外の非発光部で消費される電力の削減が可能である。また、走査線32によりTFT28とTFT31の2箇所のTFTを制御するため回路構成も簡単であり、電源電圧の利用効率および有機EL素子27に供給される電位の書き込み効率が高い。

【0072】

なお、実施の形態2における画素回路として図8にTFT31とTFT28を一つの走査線32により制御する構造を示したが、第2のスイッチング手段であるTFTと第4のスイッチング手段であるTFTのそれぞれに別個の走査線を接続する構造としてもよい。たとえば、図12に示すように、TFT31と第2のスイッチング手段であるTFT33がともにチャネル層の導電性が同一の薄膜トランジスタ、たとえばn型TFTである構造である。かかる画素回路においては、TFT31は走査線34により制御され、TFT33は走査線34とは別個の走査線35により制御される。

【0073】

図12に示す画素回路の動作方法の工程は、図10-1～図10-5に示す各工程と同様であり、図9に示すタイミングチャートにおいて走査線32のみで制御していた第2のスイッチング手段と第4のスイッチング手段を、それぞれ走査線34および走査線35で制御することとなる。すなわち、第4のスイッチング手段であるTFT31をオン状態とする場合には走査線32が正の電位を示すタイミングと同じタイミングで走査線34を正の電位とし、第2のスイッチング手段であるTFT33をオン状態とする場合には走査線32が負の電位を示すタイミングと同じタイミングで走査線35を正の電位とすることとなる。

【0074】

ただし、コンデンサ25に保持される電荷の放出を効果的に防止し、さらに、安定した階調を実現するため、図12に示す画素回路の各構成要素は図13に示すタイミングチャートに従い動作することが好ましい。ここで、図13(a)～(e)は、図9の(a)～(e)と同様に、それぞれ、前処理工程、閾値電圧検出工程、閾値電圧保持工程、データ書き込み工程および発光工程である。図13に示すタイミングチャートにおいては、図13(b)に示す閾値電圧検出工程終了時にTFT31をオフ状態とする。かかるタイミングでTFT31がオフ状態とされるため、閾値電圧検出工程においては0電位を示すコン線29とコンデンサ25の負極との接続が維持される。この結果、閾値電圧検出工程では、大きな電荷を蓄積する有機EL素子27と接続するTFT26の閾値電圧が、より安定に検出される。さらに、前フレームの書き込み電位と本フレームの書き込み電位との差が大きい場合でも、データ書き込み工程では前フレームの影響を受けずに所定の電位がコンデンサ25に書き込まれ、安定した階調を実現することが可能となる。また、図13(d)に示すデータ書き込み工程終了後において、TFT31をオン状態とする前にTFT33をオフ状態とするため走査線35を負の電位とする。かかるタイミングでTFT33が動作することにより、コンデンサ25に保持される書き込み電位がTFT33を介してグラウンドに放出されることを防止する。

【0075】

以上より、図12に示す画素回路の各構成要素は、第2のスイッチング手段であるTFT33と第4のスイッチング手段であるTFT31の駆動状態を別個の走査線により制御するため、図13に示すタイミングチャートに従った動作が可能となる。この結果、コンデンサ25に保持される電荷の放出を効果的に防止し、さらに、安定した階調を実現することができる。また、図12に示す画素回路は、チャネル層の導電性が同一であるTFTのみで構成されるため製造コストの低減も可能となる。

【0076】

また、本実施の形態2では、行または列ごとにデータ書き込み工程を行って行または列ごとに順次発光工程を行なう方式で画像を表示させるほか、全ての有機EL素子27を同時に発光させて同時に1枚の画面を表示する全面一括制御方式で画像を表示してもよい。また、本実施の形態2では、全ての画素回路に対して、同時に前処理工程を行なってもよい。すなわち、全ての有機EL素子27に対して同時に電荷の蓄積が行なわれるとしてもよい。また、本実施の形態1では、全ての画素回路に対して、同時に閾値電圧検出工程を行なってもよい。すなわち、全てのTFT28は、同時にオン状態となり、TFT26のドレイン電極とゲート電極とを短絡してもよい。

【0077】

また、図12では4個のTFTと1個のコンデンサとを備える画素回路について説明したが、データ線23に所定の基準電位を供給させ、データ線23の基準電位供給時にTFT24をオン状態としデータ線23とコンデンサ25とを電氣的に導通させることによって、TFT31を省略し、さらに簡易な構成である画素回路とすることができる。

【0078】

図14は、実施の形態2における画素回路の構造の他の例を示した図である。図14に示す画素回路は、図12における画素回路が有するTFT31とTFT31を制御する走

査線 34 とを省略している。そして、後述するように、データ線 23 に基準電位として、たとえば 0 電位を供給させ、データ線 23 の基準電位供給時に TFT 24 をオン状態としデータ線 23 とコンデンサ 25 の負極とを電氣的に導通させることによって、コンデンサ 25 から TFT 26 への電荷の供給を制御し、各工程を行なっている。また、図 14 に示す画素回路では、有機 EL 素子 27 のアノード側がコモン線 29 に接続され、TFT 26 のソース電極がグラウンドに接続されている。また、図 14 に示す画素回路によって構成される表示装置では、後述するように、全ての有機 EL 素子 27 が同時に所定の輝度の光を表示して同時に 1 枚の画面を表示する全面一括制御方式で画像を表示する。なお、図 12 に示す画素回路と同様に、データ線 23 と TFT 24 とコンデンサ 25 と走査線 30 とはデータ書き込み手段 21 を構成し、TFT 26 と TFT 33 と有機 EL 素子 27 とコモン線 29 とは閾値電圧検出手段 22 を構成する。

【0079】

つぎに、図 15 および図 16-1~図 16-4 を参照し、図 14 に示す画素回路の動作を説明する。図 15 は、図 14 に示す画素回路のタイミングチャートである。また、図 15 では、 n 行目の画素回路における走査線 30_n と $(n+1)$ 行目の画素回路における走査線 30_{n+1} について例示する。また、図 16-1 は、図 15 に示す (a) における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図 16-2 は、図 15 に示す (b) における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図 16-3 は、図 15 に示す (d) における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図 16-4 は、図 15 に示す (e) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。図 15 (a)~(e) は、図 12 の (a)~(e) と同様に、それぞれ、前処理工程、閾値電圧検出工程、閾値電圧保持工程、データ書き込み工程および発光工程を示す。なお、図 16-1~図 16-4 において、実線部は電流が流れる部分を示し、破線部は電流が流れていない部分を示す。

【0080】

図 15 (a) および図 16-1 に示す前処理工程では、コモン線 29 の電位の極性を発光時と比較し反転し、負の電位とすることによって、有機 EL 素子 27 のカソード側に正の電荷を蓄積させる。

【0081】

つぎに、図 15 (b) および図 16-2 に示す閾値電圧検出工程では、走査線 35 を正の電位として TFT 33 をオン状態とすることにより、TFT 26 のゲート電極とドレイン電極とを短絡して TFT 26 をオン状態としている。そして、TFT 26 のゲート・ソース間電圧が閾値電圧 ($=V_{th2}$) まで減少した時点で TFT 26 はオフ状態となり、閾値電圧検出工程は終了する。この閾値電圧検出工程では、TFT 24 はオン状態を維持している。このため、0 電位を供給するデータ線 23 とコンデンサ 25 の負極とが電氣的に導通し、安定に閾値電圧の検出を行なうことができる。なお、図 14 に示す画素回路を有する表示装置は、全ての画素回路に対して前処理工程と閾値電圧検出工程とを同時に行なっている。

【0082】

そして、図 15 (c) に示す閾値電圧保持工程では、TFT 26 のゲート電極およびドレイン電極に現れた TFT 26 の閾値電圧 V_{th2} がコンデンサ 25 の正極で保持される。ここで、閾値電圧保持工程は、閾値電圧検出工程が終了し、データ書き込み工程が開始するまでの間であり、図 15 には、たとえば、 n 行目の表示画素における閾値電圧保持工程を期間 (c) として示している。

【0083】

そして、図 15 (d) および図 16-3 に示すデータ書き込み工程に進む。このデータ書き込み工程では、データ線 23 が電位 ($-V_{D2}$) を供給する図 15 の (d) の間に、全ての行または列の画素回路に対して順次データ書き込み工程が行なわれる。たとえば、 n 行目の画素回路では、図 15 (d₁) の間に走査線 30_n が正の電位とされ TFT 24_n がオン状態となることによって、データ線 23 から供給される電位 ($-V_{D2}$) がコンデンサ 25 の負極に保持される。また、 $(n+1)$ 行目の画素回路では、図 15 (d₂) の間に

走査線 30_{n+1} が正の電位とされ、 $TFT24_{n+1}$ がオン状態となり、コンデンサ 25 の負極に電位 ($-V_{D2}$) が保持される。このように、図 15 に示す (d) の間に全ての行または列の画素回路に対してデータ書き込み工程が順次行なわれる。そして、データ書き込み工程終了後、データ線 23 に印加される電位は ($-V_{D2}$) から 0 V とされる。

【0084】

つぎに、図 15 (e) および図 16-4 に示す発光工程について説明する。この工程では、走査線 30 を正の電位として $TFT24$ をオン状態とすることによって、0 電位を供給するデータ線 23 とコンデンサ 25 の負極とを電気的に導通させて、コンデンサ 25 の負極の電位を 0 電位まで上昇させる。そして、コンデンサ 25 の正極には負極に保持されていた電位 ($-V_{D2}$) が与えられ ($V_{D2} + V_{th}$) が現れる。そして、コモン線 29 は正の電位とされ、 $TFT26$ には ($V_{D2} + V_{th2}$) のゲート・ソース間電圧が発生し、このゲート・ソース間電圧に対応する電流が流れ、有機 EL 素子 27 は流れる電流に対応した輝度の光を表示する。この発光工程は、全ての画素回路において同時に行なわれ、全ての有機 EL 素子 27 が同時に所定の輝度の光を表示し、同時に 1 枚の画面を表示する。

【0085】

このように、図 14 に示す画素回路は、データ線 23 に所定の基準電位を供給させ、データ線 23 の基準電位供給時に $TFT24$ をオン状態としてデータ線 23 とコンデンサ 25 の負極とを電気的に導通させることによって、図 12 に示す画素回路と比較し $TFT31$ を省略することが可能となる。さらに、 $TFT31$ の省略にともない、 $TFT31$ が接続する走査線 34 も省略することができ、簡易な回路構成とすることができる。このため、図 14 に示す画素回路では、 TFT 、コンデンサ、走査線の占有面積を小さくすることができる。したがって、画素回路の面積の縮小化を図ることができ、たとえば従来と比較し 1.5 倍程度に画像の解像度を向上させた高精細の表示装置を実現することが可能となる。

【0086】

また、全ての有機 EL 素子 27 に同時に光を表示させているため、前フレームの影響を受けずに画像を表示することができる。従来では、たとえば n 行目の画素回路がデータ書き込み工程を行なっている際に、すでにデータ書き込み工程を終了した m 行目の画素回路が発光工程を行なっていた。このため、従来の表示装置では、画像表示の際に前フレームの情報が表示される領域があった。したがって、従来の表示装置では、異なる時間で表示されるべき画像が同時に表示されている場合があり、動画の表示には適していなかった。しかし、図 14 に示す画素回路で構成された表示装置の場合、全ての有機 EL 素子 27 が同時に光を表示するため、上述した問題が生じず、動画の表示を正確に行なうことができ、動画特性を向上させることが可能となる。

【0087】

なお、図 14 における画素回路では、所定の基準電圧を 0 電位として説明したが、0 電位に限定するものではなく、有機 EL 素子 27 の発光輝度に対応する電位 ($-V_{D2}$) よりも高い値の一定電位であればよい。閾値電圧検出工程において電位 ($-V_{D2}$) よりも低い値の電位を基準電位としてデータ線 23 に印加した場合、 $TFT26$ のゲート・ソース間電圧が閾値電圧を下回り、閾値電圧検出工程において $TFT26$ がオン状態とならず $TFT26$ の閾値電圧を検出できなくなるためである。また、基準電圧が 0 電位ではない場合には、有機 EL 素子 27 に設定した輝度の光を表示させるために、データ書き込み工程では、有機 EL 素子 27 の発光輝度に対応する電位と基準電位との差分を考慮しデータ線 23 が供給する電位を設定する必要がある。

【0088】

また、図 15 では、データ書き込み工程において、データ線 23 が電位 ($-V_{D2}$) を供給する場合について示したが、データ線 23 は、画素回路ごとに各画素回路の有機 EL 素子 27 の設定輝度に応じて電位 0 ~ 電位 ($-V_{D2}$) の間の任意の電位を供給する。

【0089】

(実施の形態 3)

つぎに、実施の形態 3 にかかる表示装置について説明する。本実施の形態 3 にかかる表示装置は、データ線と第 1 のスイッチング手段およびコンデンサを有するデータ書き込み手段と、電流発光素子と第 2 のスイッチング手段として 2 つの TFT を有する閾値電圧検出手段を備える。かかる表示装置により、データ書き込み手段と閾値電圧検出手段は別個に動作するよう構成されており、データ書き込み手段により書き込まれた電位に、データ書き込み手段とは別に機能する閾値電圧検出手段により検出された閾値電圧を加えた電位がドライバー素子に印加されることによって、ドライバー素子の閾値電圧が変動する場合でも電流発光素子に均一な電流を供給する表示装置を実現する。

【0090】

図 17 は、本実施の形態 3 における画素回路の構造を示した図である。本実施の形態 3 における画素回路は、図 17 に示すように、電流発光素子の輝度に対応する電位を供給するデータ線 43 と、第 1 のスイッチング手段である TFT 44 と、書き込まれた電位を保持するコンデンサ 45 と、TFT 44 のゲート電極に接続する第 1 の走査線である走査線 51 により構成されるデータ書き込み手段 41 を備える。さらに、ドライバー素子である TFT 46 と、第 1 の薄膜トランジスタである TFT 48 および第 2 の薄膜トランジスタである TFT 49 を有する第 2 のスイッチング手段と、電流発光素子である有機 EL 素子 47 と、有機 EL 素子に接続する電源線であるコモン線 50 により構成される閾値電圧検出手段 42 を備える。なお、説明を容易にするため、TFT 46 については有機 EL 素子 47 と接続する電極をソース電極とし、TFT 49 と接続する電極をドレイン電極とする。

【0091】

データ書き込み手段 41 は、データ線 43 より有機 EL 素子 47 の表示輝度に対応した電位を与えられ、かかる電位を保持する機能を有する。データ書き込み手段 41 を構成するデータ線 43、第 1 のスイッチング手段である TFT 44、コンデンサ 45、第 1 の走査線である走査線 51 は、実施の形態 1 における画素回路のデータ書き込み手段 1 を構成する各構成要素と同様の機能を有する。

【0092】

閾値電圧検出手段 42 は、ドライバー素子である TFT 46 の閾値電圧を検出する機能を有する。かかる閾値電圧検出手段 42 を構成するドライバー素子である TFT 46 は、オン状態となることによりゲート・ソース間電圧に対応した電流を有機 EL 素子 47 に供給する機能を有する。また、TFT 46 のソース電極と接続する有機 EL 素子 47 は、本来 TFT 46 がオン状態の際に与えられた電流に対応した輝度の光を表示するためのものであるが、閾値電圧検出手段 42 においては、TFT 46 のソース電極に対して電荷を供給する容量として機能する。

【0093】

また、TFT 48 および TFT 49 は、第 2 のスイッチング手段を構成する。TFT 48 のソース電極は TFT 46 のゲート電極に接続しており、TFT 49 のソース電極は TFT 46 のドレイン電極に接続しており、TFT 49 のドレイン電極と TFT 48 のドレイン電極は互いに接続するとともにグラウンドに接続する。すなわち、TFT 48 と TFT 49 がともにオン状態となることによって、TFT 46 のゲート電極とドレイン電極は短絡されるとともにグラウンドに接続する。後述するように、本実施の形態 3 にかかる表示装置では、TFT 48 および TFT 49 を設けることによって、データ線 43 等のデータ書き込み手段 41 の構成要素を用いることなく TFT 46 の閾値電圧の検出を可能としている。さらに、TFT 49 は、オフ状態となることにより、検出された TFT 46 の閾値電圧を TFT 46 のソース電極に保持する機能も有する。なお、TFT 48 は走査線 52 により制御され、TFT 49 は走査線 53 により制御される。また、電源線であるコモン線 50 は、実施の形態 1 における画素回路を構成するコモン線 9 と同様の機能を有する。

【0094】

つぎに、図 18 および図 19 を参照し、図 17 に示す実施の形態 3 における画素回路の

動作状態を説明する。図18は、実施の形態3における画素回路のタイミングチャートである。図19-1は、図18に示す(a)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図19-2は、図18に示す(b)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図19-3は、図18に示す(c)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図19-4は、図18に示す(d)における画素回路の動作方法の工程を示す図であり、図19-5は、図18に示す(e)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。図18(a)～(e)および図19-1～図19-5に示すように、画素回路においてデータの書き込みと閾値電圧の検出は別個独立の工程で行われる。図19-1～図19-5において、実線部は電流が流れる部分を示し、破線部は電流が流れていない部分を示す。

【0095】

図18(a)および図19-1に示す工程は、閾値電圧検出の前段階として有機EL素子47に電荷を蓄積する前処理工程である。具体的には、TFT46に発光時と逆方向の電流を流すことによって有機EL素子47に電荷を蓄積させる工程である。本工程は、実施の形態1における画素回路の前処理工程と同様に、コモン線50の電位の極性を発光時と比較し反転することによって、有機EL素子47のアノード側にコンデンサ45に残存する電荷より十分に大きい負の電荷を蓄積させる。なお、TFT46のドレイン電極をグラウンドに接続するため、TFT49はオン状態を維持する。有機EL素子47に電荷が蓄積された後、蓄積された電荷を保持するため、走査線52を正の電位としTFT48をオン状態とする

【0096】

図18(b)および図19-2に示す工程は、閾値電圧検出手段42によってドライバー素子であるTFT46の閾値電圧を検出する閾値電圧検出工程である。前処理工程で有機EL素子47への負の電荷の蓄積が終了した後、コモン線50は正の電位から0電位となる。走査線52および走査線53はともに正の電位のままであるため、TFT48およびTFT49のオン状態が維持されることにより、TFT46はゲート電極とドレイン電極が短絡されるとともにグラウンドに接続されることとなる。したがって、TFT46のゲート電極とドレイン電極には0電位が与えられる。ここで、有機EL素子47はTFT46のソース電極と接続しているため、有機EL素子47のアノード側に蓄積された負の電荷に基づいて、TFT46のゲート・ソース間電圧は閾値電圧よりも大きくなり、TFT46はオン状態となる。また、TFT46のドレイン電極はオン状態であるTFT49を介してグラウンドに接続される一方、TFT46のソース電極は負電荷が蓄積された有機EL素子47に接続され負の電位を与えられる。したがって、TFT46にはゲート電極とソース電極の間に電位差が発生し、ドレイン電極からソース電極に向かって電流が流れる。かかる電流が流れることにより、有機EL素子47に蓄積された負電荷の絶対値は徐々に減少し、TFT46のゲート・ソース間電圧が閾値電圧($=V_{th3}$)まで減少した時点でTFT46はオフ状態となり、有機EL素子47に蓄積された負電荷の絶対値の減少も停止する。TFT46のゲート電極は、オン状態であるTFT49を介してグラウンドに接続されていることから、TFT46のソース電極の電位は($-V_{th3}$)に維持されることとなる。以上より、TFT46のソース電極にTFT46の閾値電圧($-V_{th3}$)が現れ、TFT46の閾値電圧が検出される。なお、本工程においてドライバー素子であるTFT46の閾値電圧の検出は、閾値電圧検出手段42の構成要素のみによってなされ、データ書き込み手段41の構成要素の動作を必要としない。

【0097】

図18(c)および図19-3は、検出した閾値電圧を保持する閾値電圧保持工程である。TFT48およびTFT49をとともにオフ状態とするため、走査線52および走査線53を負の電位とする。TFT49がオフ状態となるため、TFT46のソース電極に現れたTFT46の閾値電圧($-V_{th3}$)は、グラウンドに放出されることなく安定に保持される。

【0098】

図18(d)および図19-4に示す工程は、データ書き込み工程である。実施の形態1における画素回路のデータ書き込み工程と同様に、有機EL素子47の輝度に対応する電位は、TFT44を介してデータ線43から書き込まれコンデンサ45にて保持される。なお、本工程において書き込まれる電位は V_{D3} である。ここで、データの書き込みはデータ書き込み手段41の構成要素のみによってなされ、閾値電圧検出手段42の動作を必要としない。言い換えると、データの書き込みはデータ書き込み手段41の構成要素のみによってなされ、TFT46の閾値電圧の検出は閾値電圧検出手段42の構成要素のみによってなされるため、データ書き込み手段41と閾値電圧検出手段42は独立して機能する。なお、本工程においては画素回路の構造上TFT46のゲート電極においても書き込み電位である V_{D3} がかかることとなりTFT46はオン状態となるが、TFT46のドレイン電極に接続するTFT49がオフ状態であるためTFT46に電流は流れず、閾値電圧検出工程にて検出されたTFT46の閾値電圧は消失しない。

【0099】

図18(e)および図19-5示す工程は、有機EL素子47が発光する発光工程である。すなわち、コンデンサ45に保持された電荷がドライバー素子であるTFT46に供給され、TFT46がオン状態になりTFT46に電流が流れることにより有機EL素子47が発光する工程である。ここで、TFT46のゲート電極には接続するコンデンサ45より電位 V_{D3} が印加される。この結果、TFT46のゲート電極はオン状態となる。ここで、TFT46のソース電極には閾値電圧検出工程において検出された閾値電圧($-V_{th3}$)が現れている。また、本工程でTFT46のゲート電極にコンデンサ45より印加された電位 V_{D3} がかかるため、TFT46には $(V_{D3} + V_{th3})$ のゲート・ソース間電圧が発生する。この結果、TFT46には、ゲート・ソース間電圧である $(V_{D3} + V_{th3})$ に対応する電流が流れる。ドライバー素子であるTFT46に電流が流れることにより、TFT46に接続する有機EL素子47にも電流が流れ、有機EL素子47は流れる電流に対応した輝度の光を表示する。なお、コンデンサ45から供給される電荷がグラウンドに放出され消滅するのを防止するため、コンデンサ45と接続するTFT48はオフ状態とする必要がある。このため、走査線52は負の電位のままである。また、TFT46のドレイン電極をグラウンドに接続するため、走査線53は正の電位とされTFT49はオン状態とされる。さらに、本工程においてはデータ線43から電位は書き込まれないため、TFT44をオフ状態とする必要があることから走査線51は負の電位のままである。

【0100】

実施の形態3にかかる表示装置においては、実施の形態1にかかる表示装置と同様に、発光工程におけるドライバー素子であるTFT46のゲート・ソース間電圧は書き込まれた電位 V_{D3} とTFT46の閾値電圧である V_{th3} の和であり、かかる和電圧に対応する電流がTFT46に流れる。したがって、TFT46の閾値電圧が変動した場合であってもかかる閾値電圧を書き込まれた電位 V_{D3} に加えた電圧がTFT46のゲート・ソース間電圧となるため、TFT46の閾値電圧の変動は補償される。この結果、ドライバー素子であるTFT46の閾値電圧が変動した場合であってもTFT46に流れる電流は変動せず、有機EL素子は均一な輝度の光を表示し、画質の劣化は抑制される。

【0101】

また、本実施の形態3にかかる表示装置は、第2のスイッチング手段としてTFT48およびTFT49を設けることにより、閾値電圧検出工程においてTFT46のゲート電極とドレイン電極を短絡させ、TFT46のゲート電極とドレイン電極をグラウンドに接続している。この結果、TFT46には負の電荷を蓄積した有機EL素子47と接続するソース電極とゲート電極の間に電位差が生じ電流が流れる。その後、ゲート・ソース間電圧が閾値電圧(V_{th3})となりTFT46がオフ状態となることによりソース電極に閾値電圧を検出する。したがって、TFT48およびTFT49を設けることにより、閾値電圧検出手段42の構成要素の動作のみによってTFT46の閾値電圧を検出する。このため、閾値電圧の工程において、TFT44を介してTFT46のゲート電極に接続するデータ線43の電位を0電位とする必要はなく、閾値電圧の検出にデータ書き込み手段41



の構成要素の動作を必要としない。

【0102】

さらに、実施の形態3における画素回路は、ドライバー素子であるTFT46のゲート電極にコンデンサ45の正極が直接接続されている。したがって、データ線43により供給されコンデンサ45で保持される電位が直接TFT46のゲート電極に印加されるため、書き込んだデータ電位の信頼性が高い。

【0103】

なお、本実施の形態3では、行または列ごとにデータ書き込み工程を行って行または列ごとに順次発光工程を行なう方式で画像を表示させるほか、全ての有機EL素子47を同時に発光させて同時に1枚の画面を表示する全面一括制御方式で画像を表示してもよい。また、本実施の形態3では、全ての画素回路に対して、同時に前処理工程を行なってもよい。すなわち、全ての有機EL素子47に対して同時に電荷の蓄積が行なわれるとしてもよい。また、本実施の形態3では、全ての画素回路に対して、同時に閾値電圧検出工程を行なってもよい。すなわち、全てのTFT48は、同時にオン状態となり、TFT46のドレイン電極とゲート電極とを短絡してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図1】実施の形態1における画素回路の構造を示した図である。

【図2】図1に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図3-1】図2に示す(a)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図3-2】図2に示す(b)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図3-3】図2に示す(c)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図3-4】図2に示す(d)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図4】劣化前のTFTと劣化後のTFTの電圧-電流特性を示すグラフである。

【図5】データの書き込みとドライバー素子であるTFTの閾値電圧の検出の動作を同じタイミングで終了した場合における図1に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図6】実施の形態1における画素回路の構造の他の例を示した図である。

【図7】図6に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図8】実施の形態2における画素回路の構造を示した図である。

【図9】図8に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図10-1】図9に示す(a)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

。

【図10-2】図9に示す(b)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

。

【図10-3】図9に示す(c)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

。

【図10-4】図9に示す(d)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

。

【図10-5】図9に示す(e)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

。

【図11】データの書き込みとドライバー素子であるTFTの閾値電圧の検出の動作を同じタイミングで終了した場合における図8に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図12】実施の形態2における画素回路の構造の他の例を示した図である。

【図13】図12に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図14】実施の形態2における画素回路の構造の他の例を示した図である。

【図15】図14に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図16-1】図15に示す(a)における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 16-2】図 15 に示す (b) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 16-3】図 15 に示す (d) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 16-4】図 15 に示す (e) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 17】実施の形態 3 における画素回路の構造を示した図である。

【図 18】図 17 に示す画素回路のタイミングチャートである。

【図 19-1】図 18 に示す (a) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 19-2】図 18 に示す (b) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 19-3】図 18 に示す (c) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 19-4】図 18 に示す (d) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 19-5】図 18 に示す (e) における画素回路の動作方法の工程を示す図である。

【図 20】従来技術にかかるアクティブマトリックス方式の有機 EL 表示装置における画素回路の構造を示した図である。

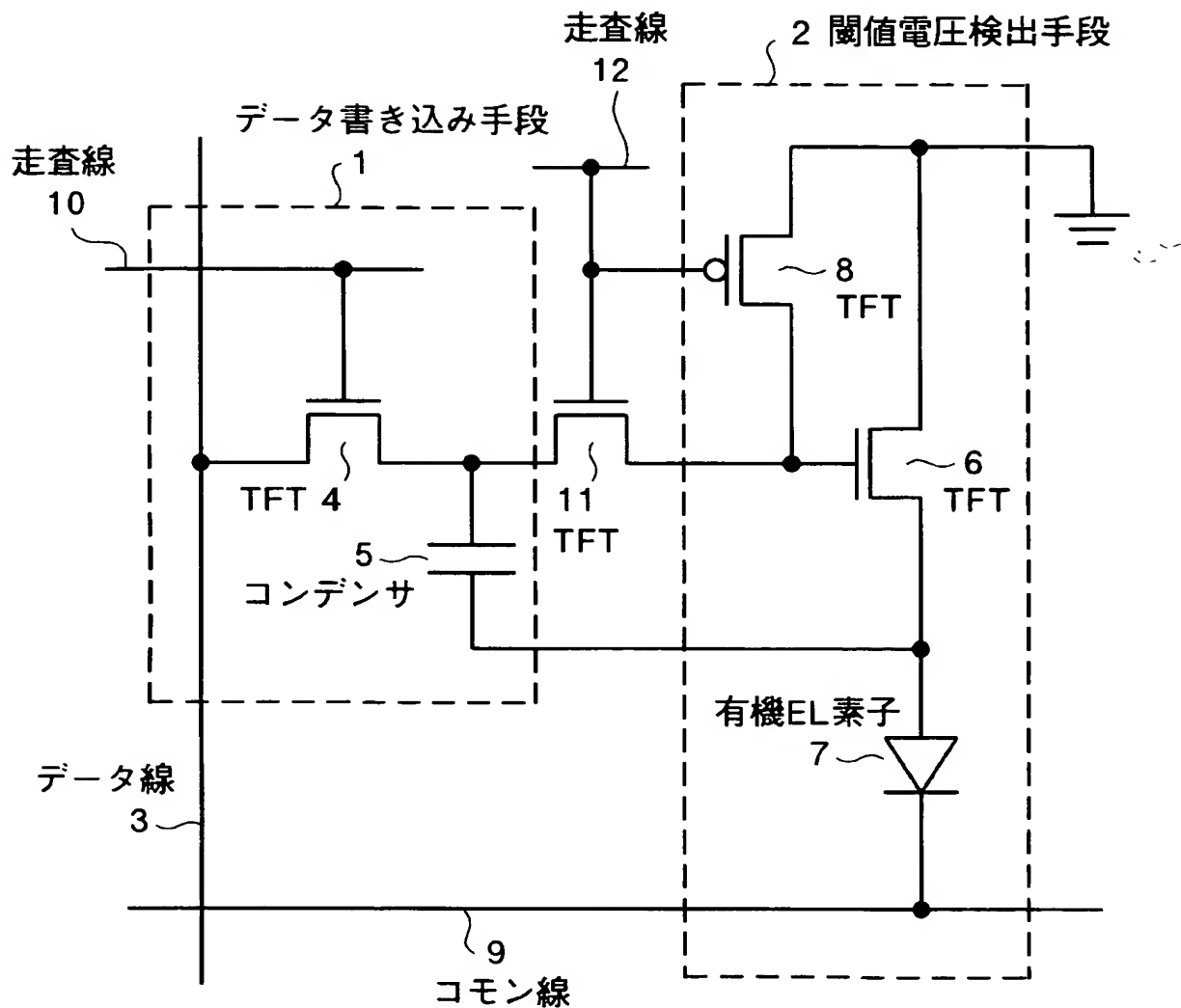
【図 21】劣化前の TFT と劣化後の TFT の電圧-電流特性を示すグラフである。

【符号の説明】

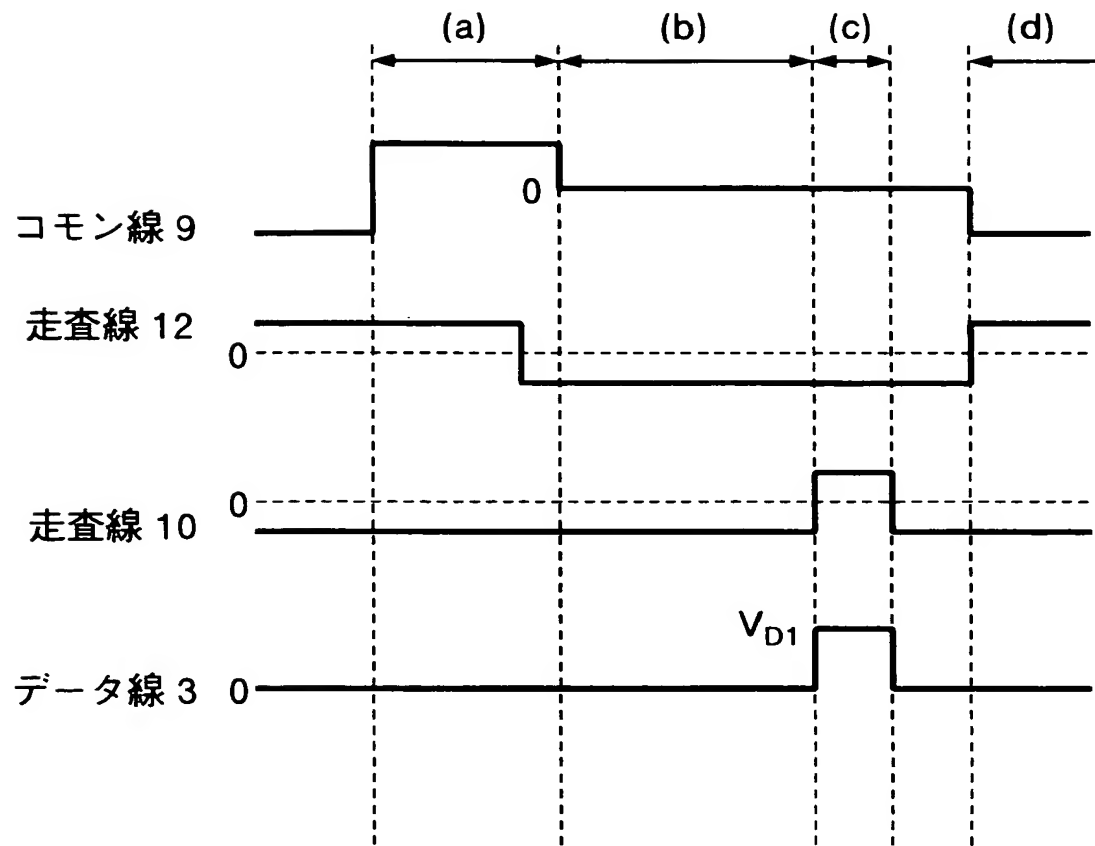
【0105】

- 1、21、41 データ書き込み手段
- 2、22、42 閾値電圧検出手段
- 3、23、43 データ線
- 4、24、44 TFT
- 5、25、45 コンデンサ
- 6、26、46 TFT
- 7、27、47 有機 EL 素子
- 8、28、48、49 TFT
- 9、29、50 コモン線
- 10、30、51 走査線
- 11、31 TFT
- 12、32、52、53 走査線
- 13、33 TFT
- 14、15、34、35 走査線
- 101 データ線
- 102 TFT
- 103 コンデンサ
- 104 TFT
- 105 有機 EL 素子
- 106 走査線

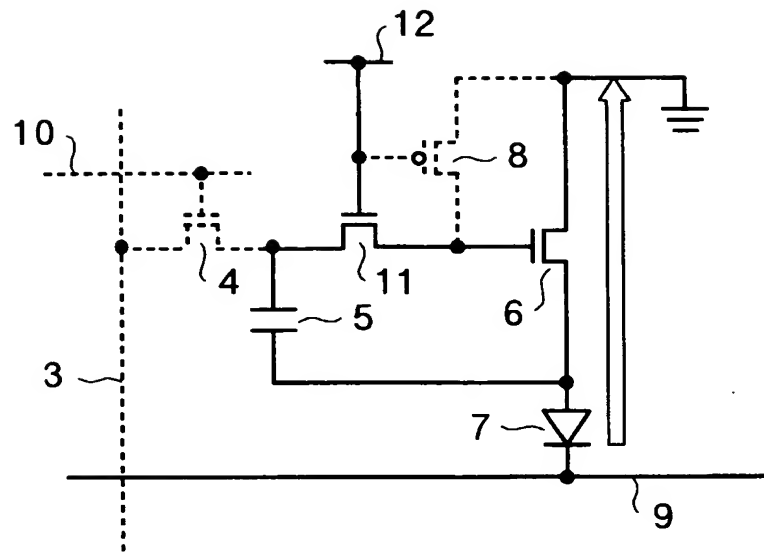
【書類名】図面
【図1】



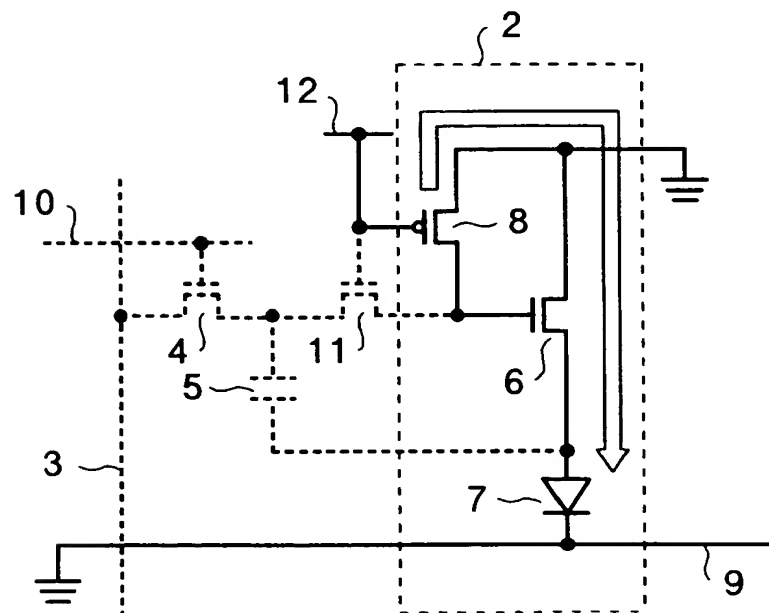
【図 2】



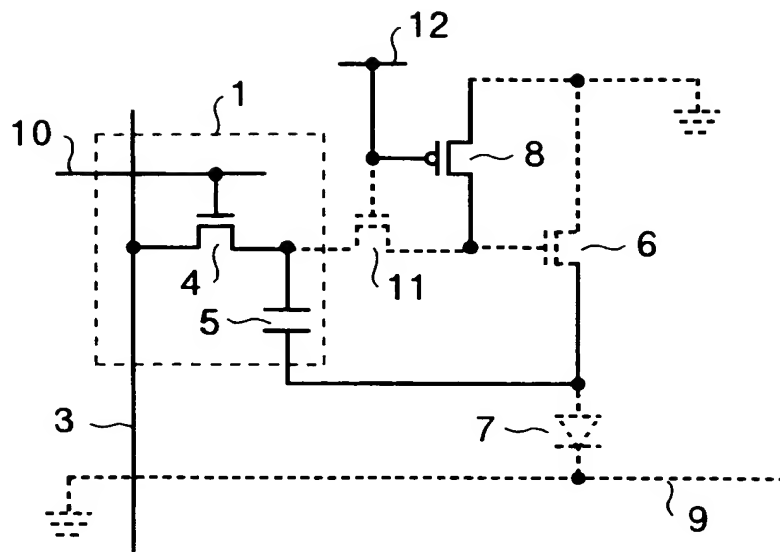
【図 3-1】



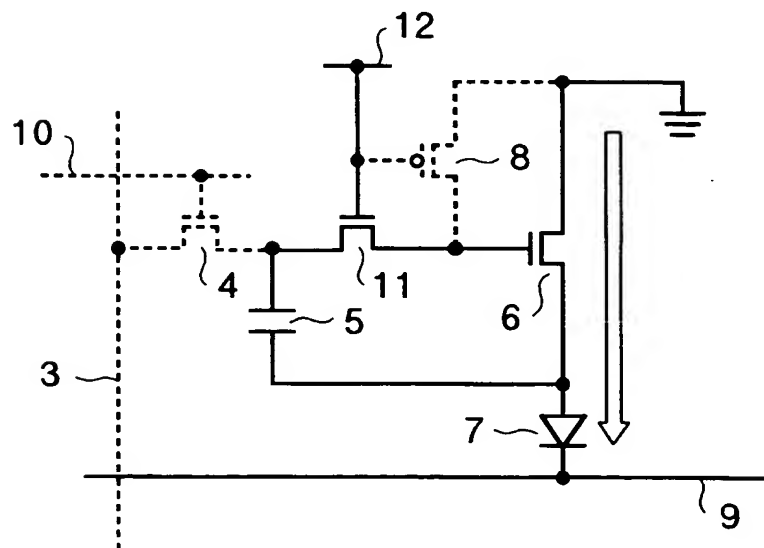
【図 3-2】



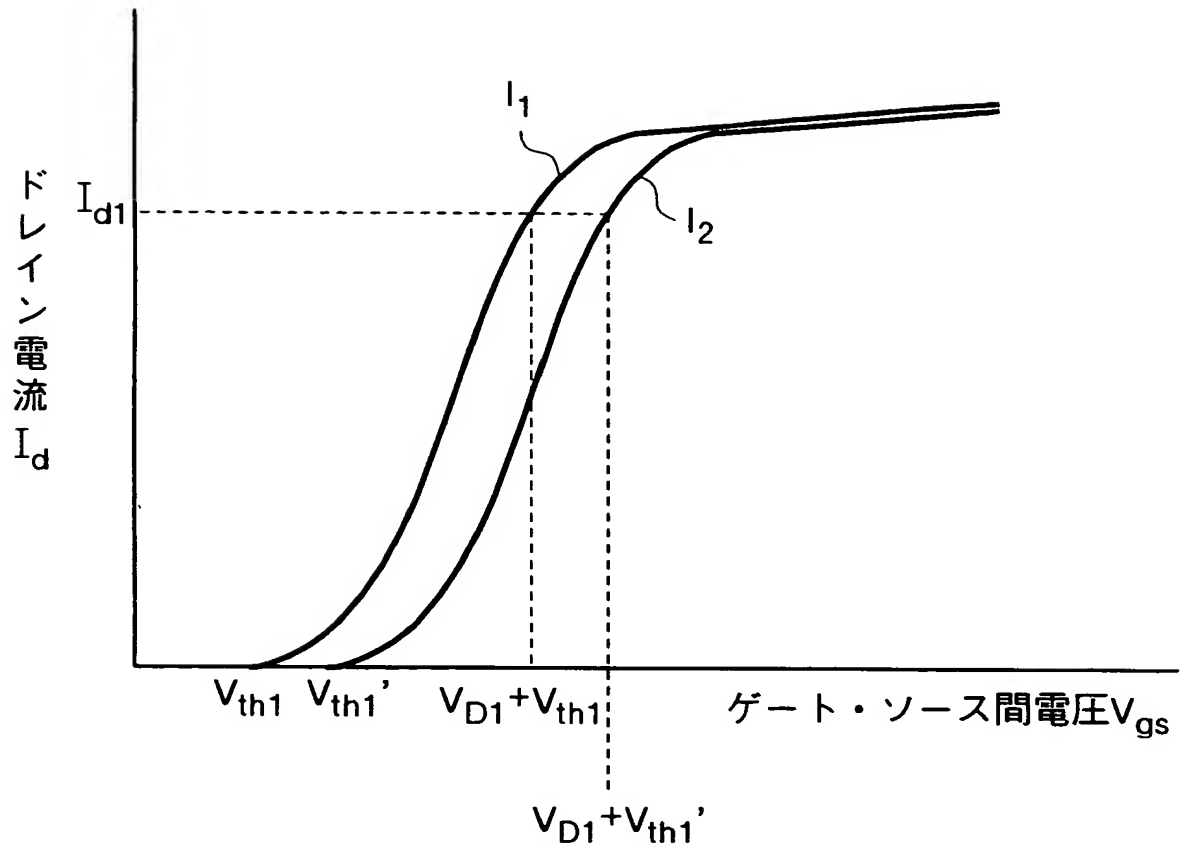
【図 3-3】



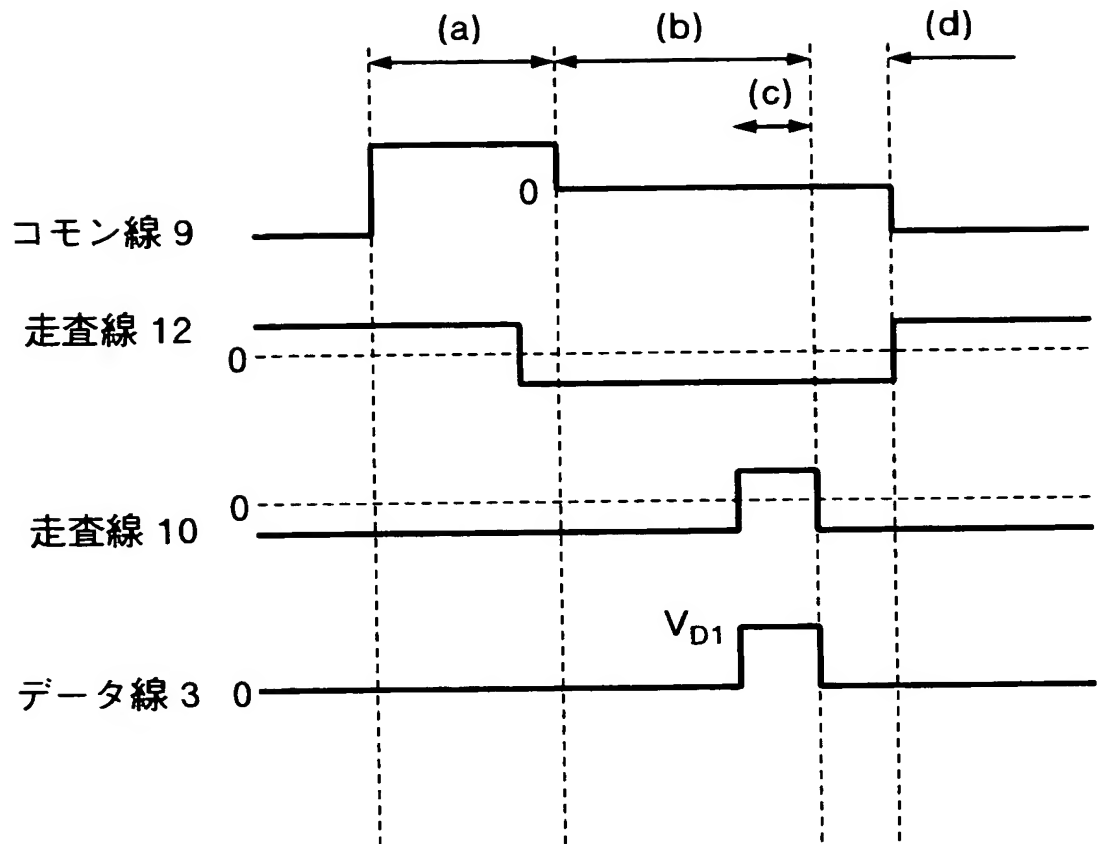
【図 3-4】



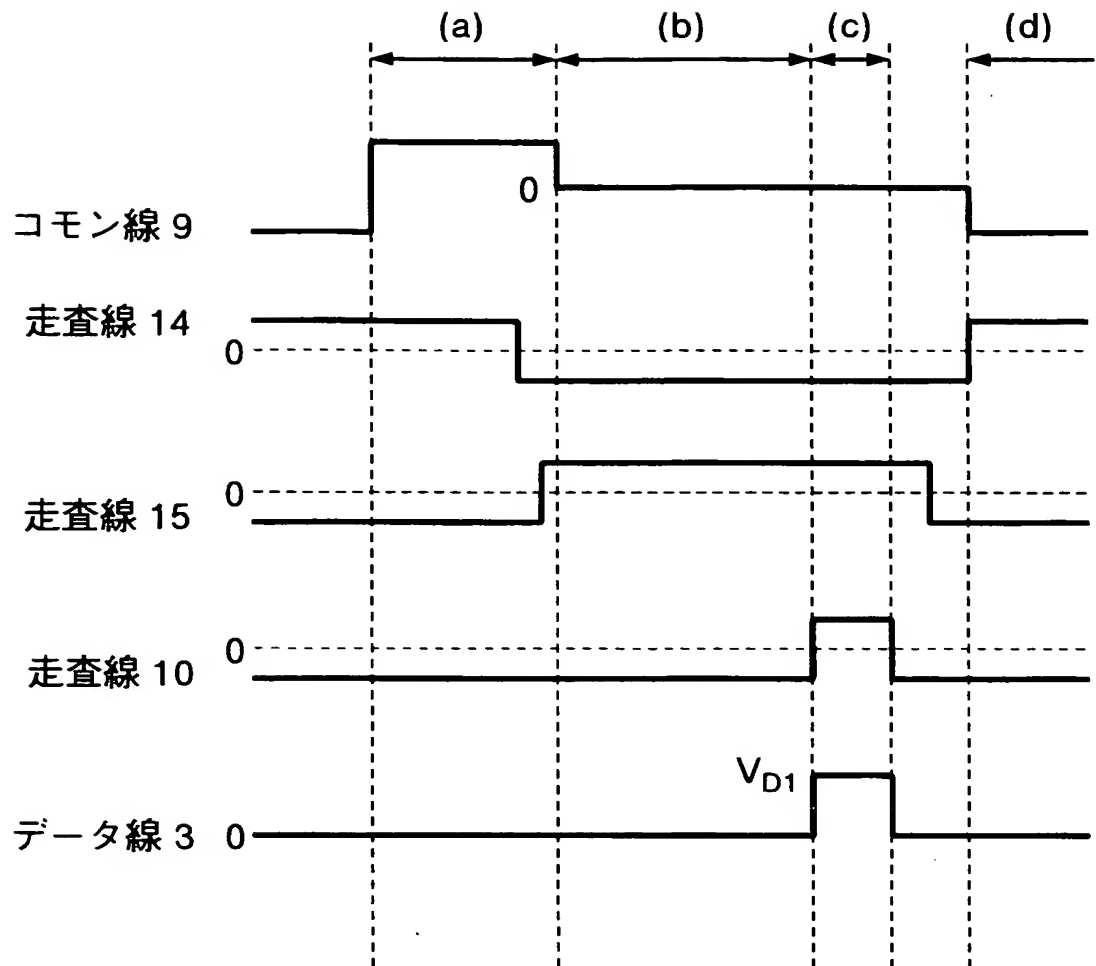
【図 4】



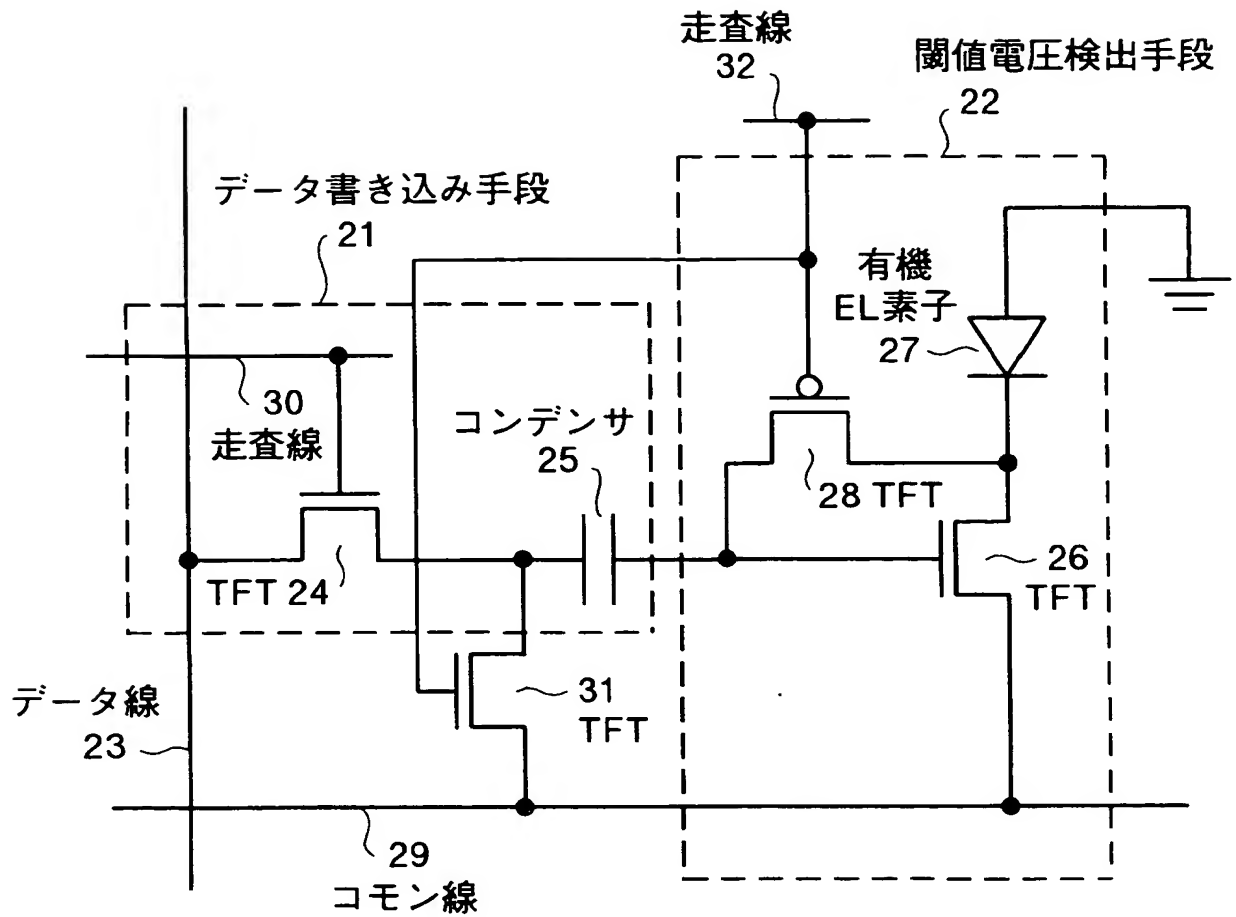
【図 5】



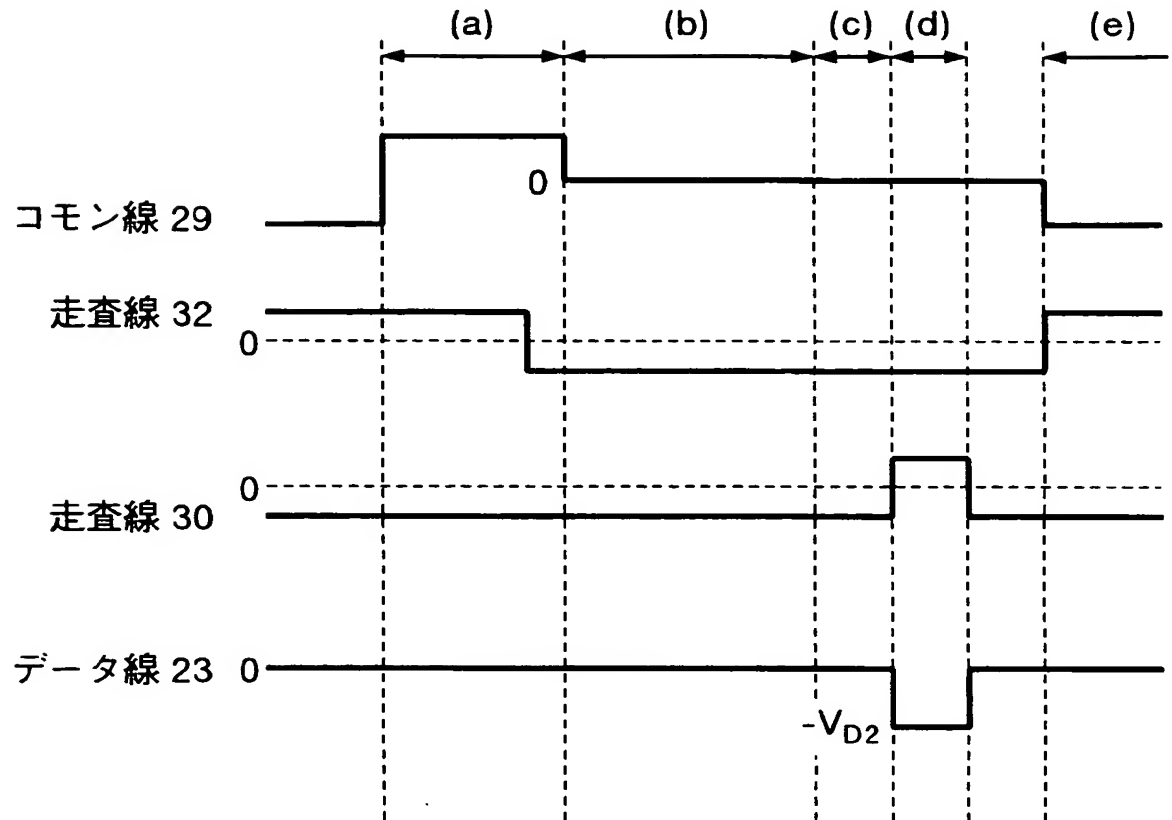
【図 7】



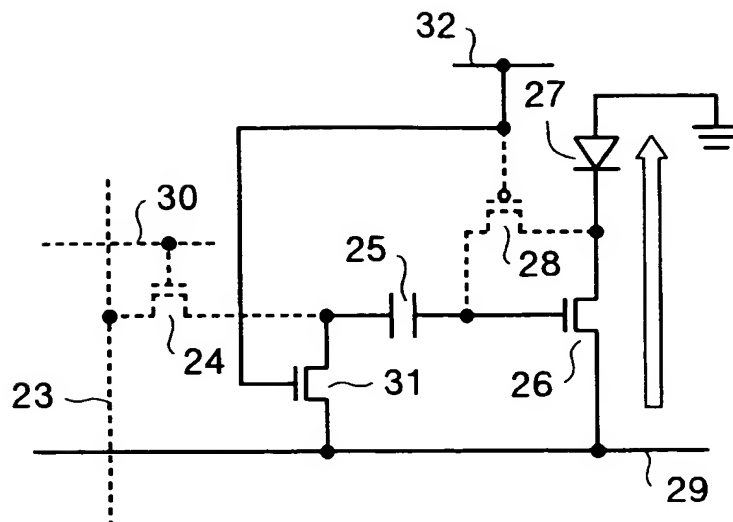
【図 8】



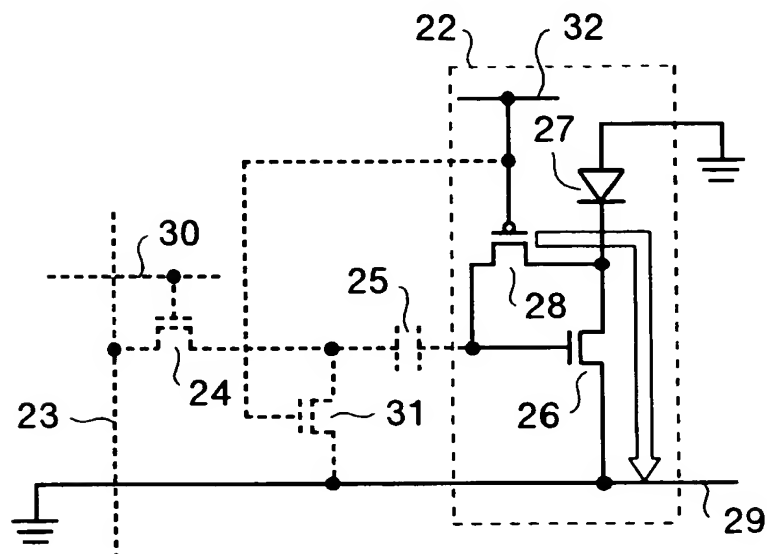
【図 9】



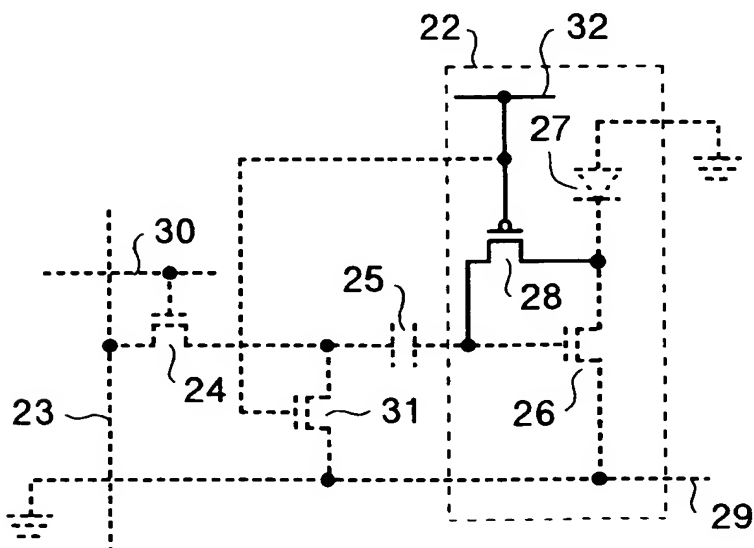
【图 10-1】



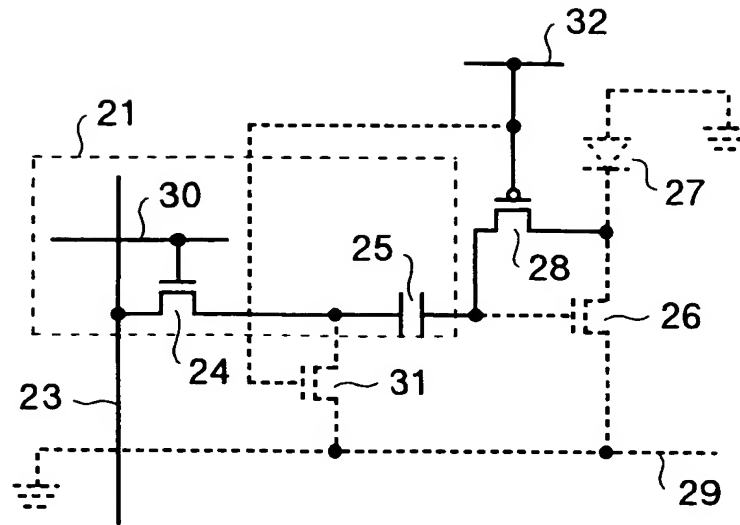
【図 10-2】



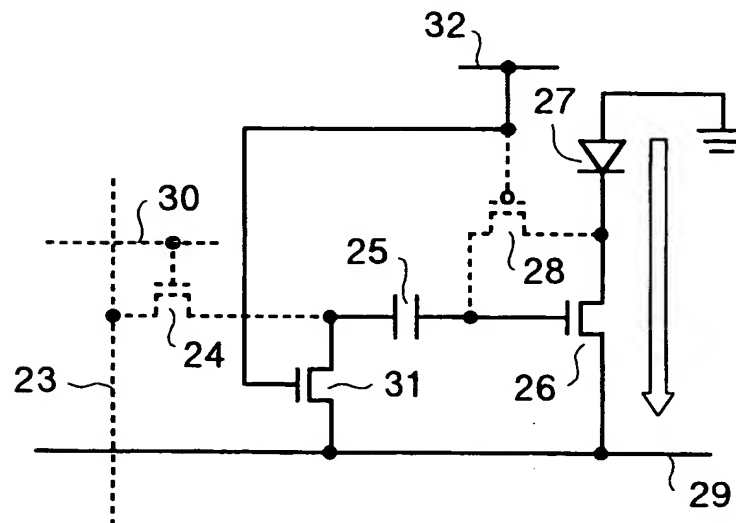
【図 10-3】



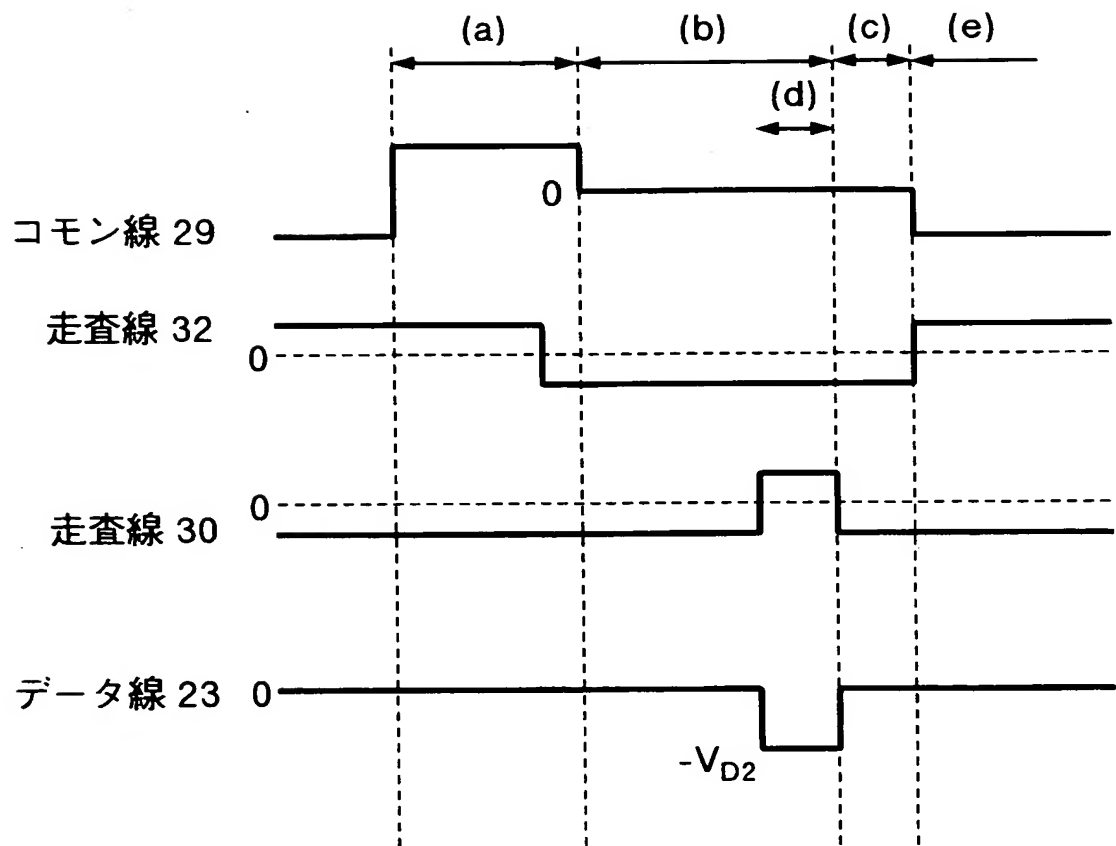
【図 10-4】



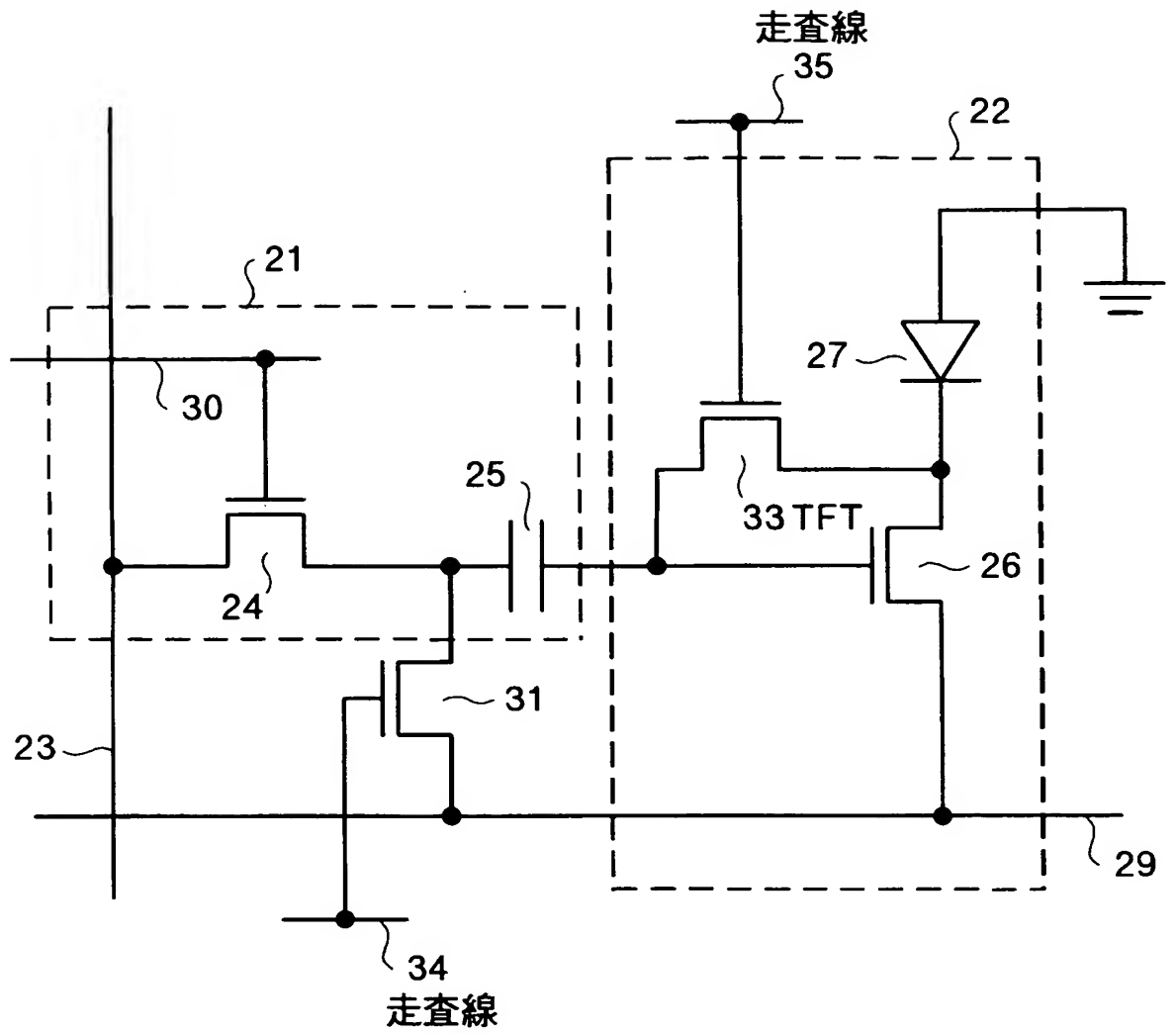
【図 10-5】



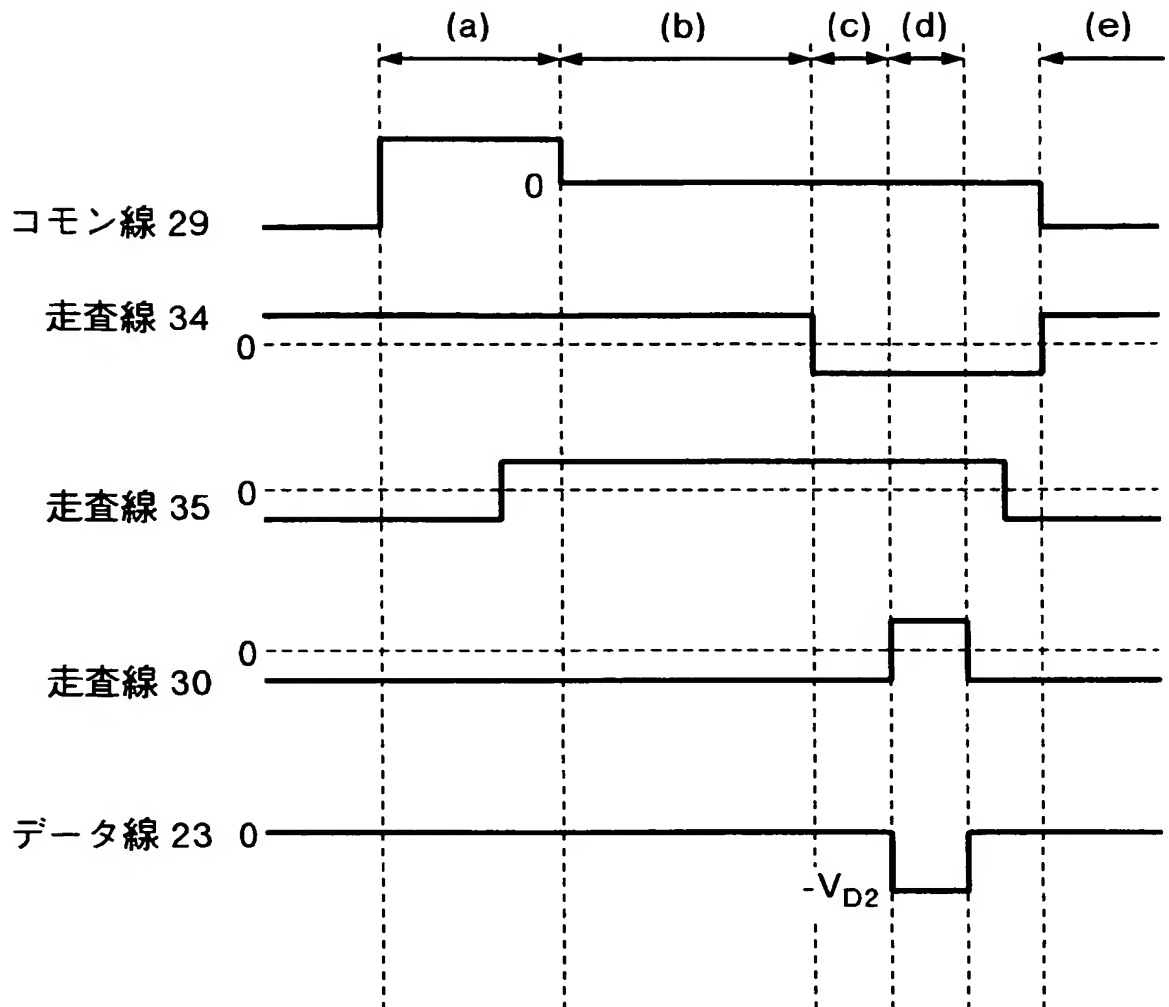
【図 11】



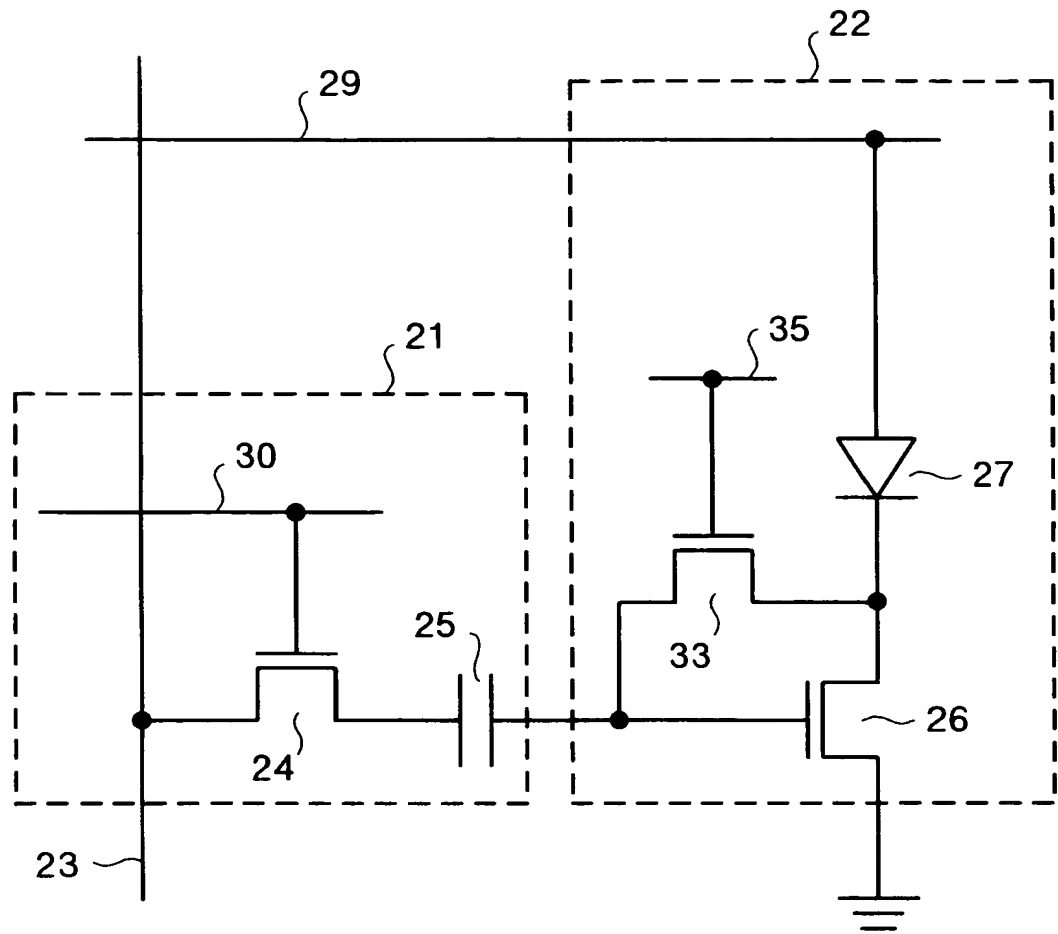
【図 12】



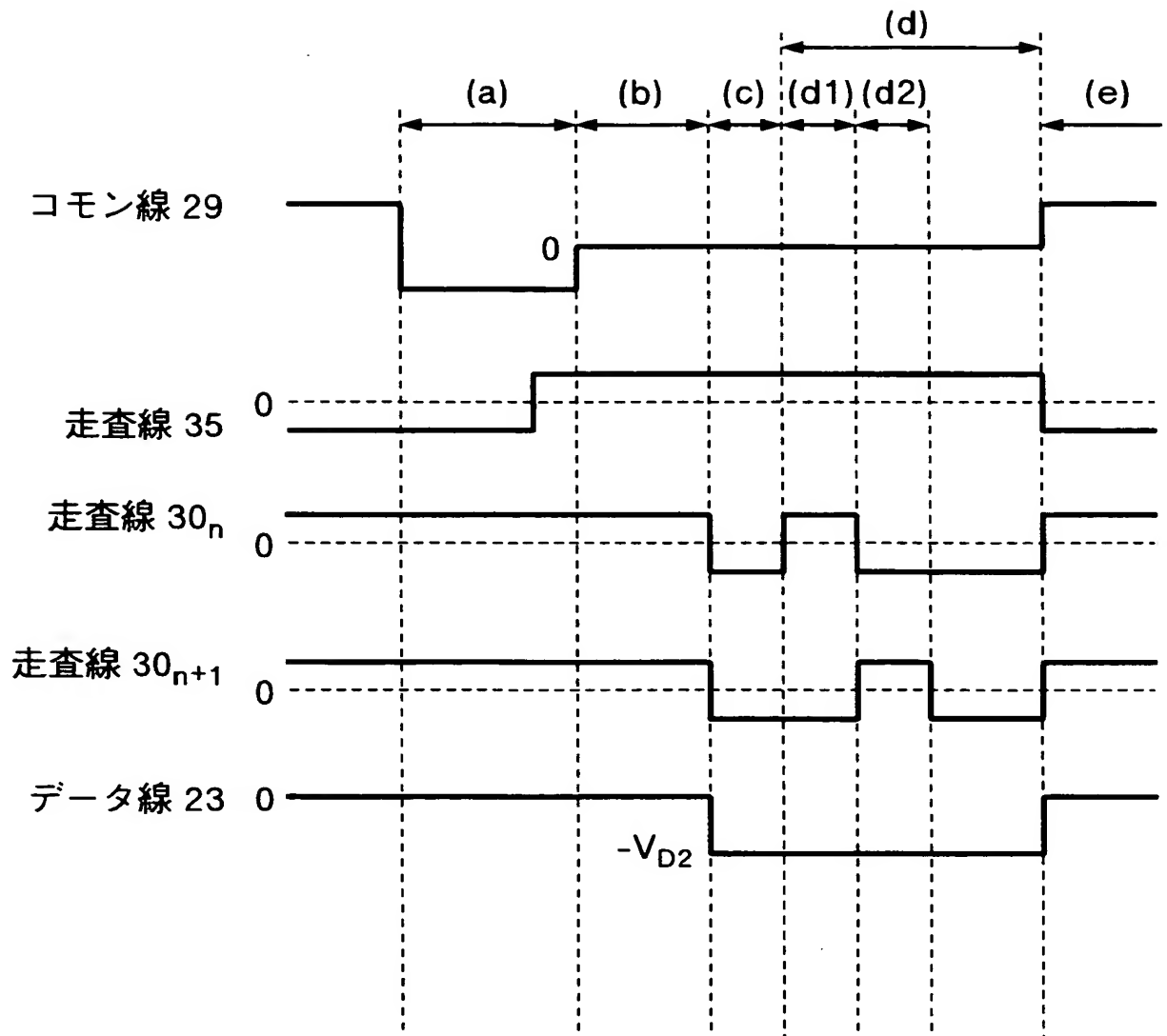
【図 13】



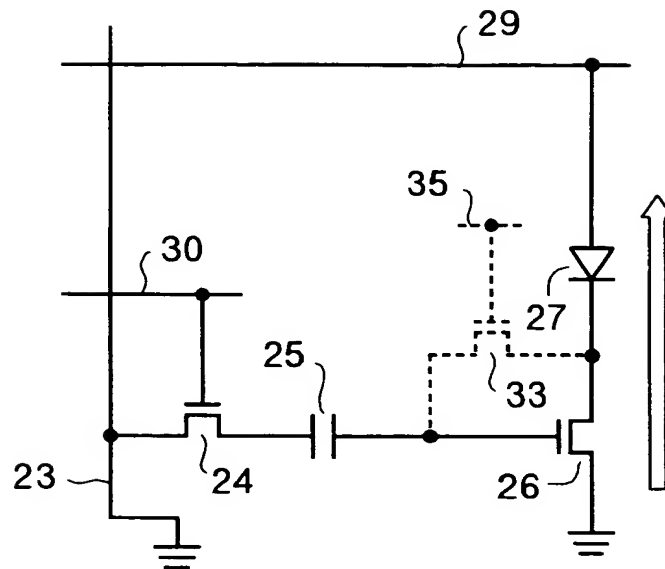
【図 14】



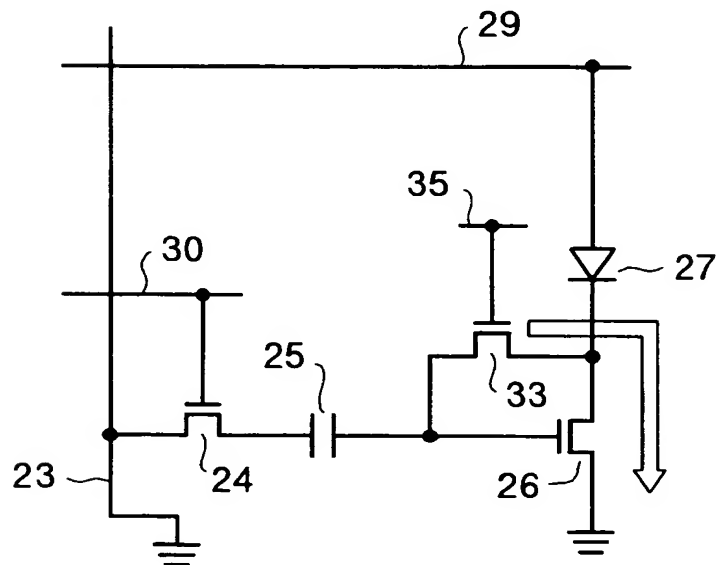
【図 15】



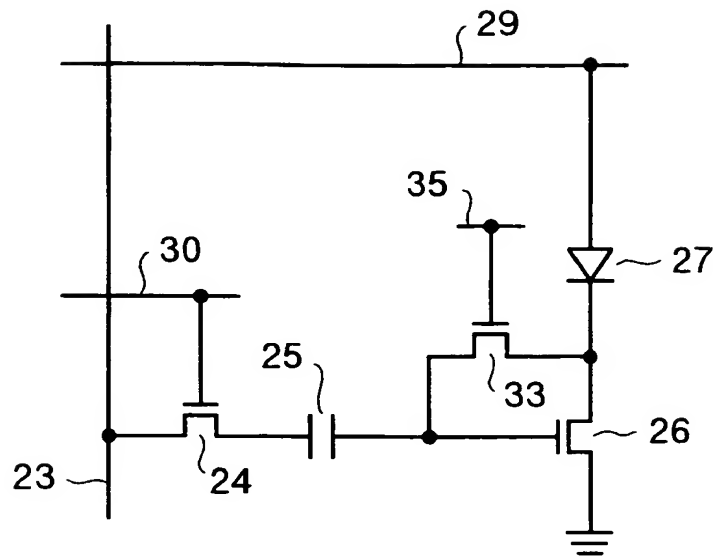
【圖 16-1】



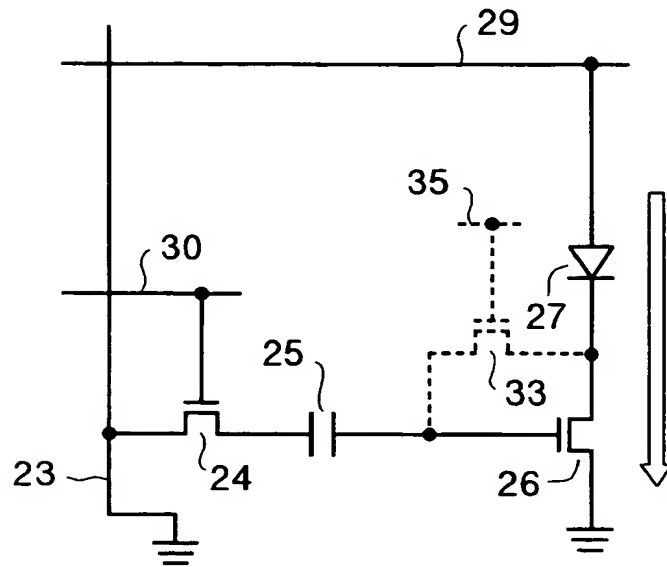
【図 16-2】



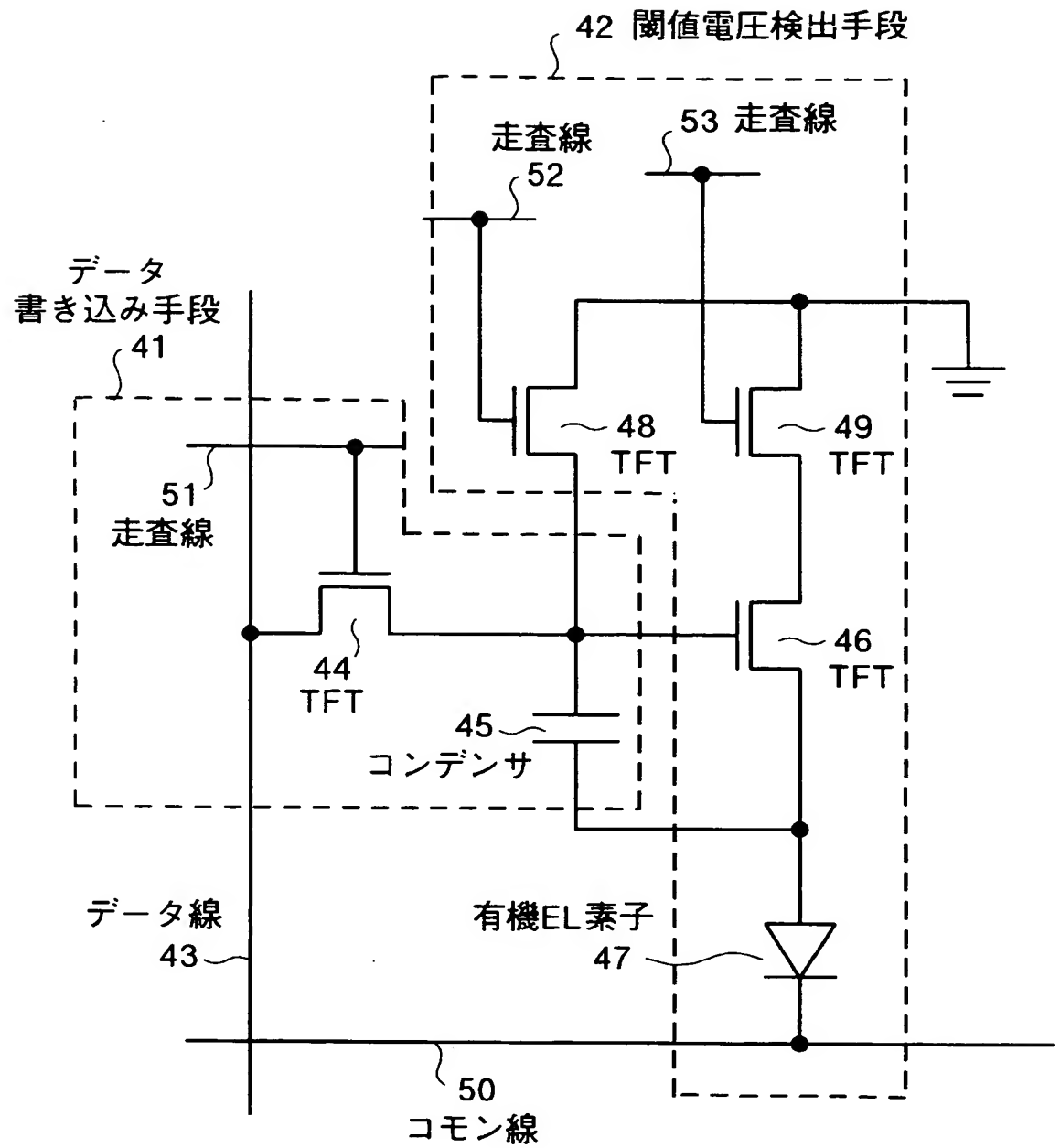
【図 16-3】



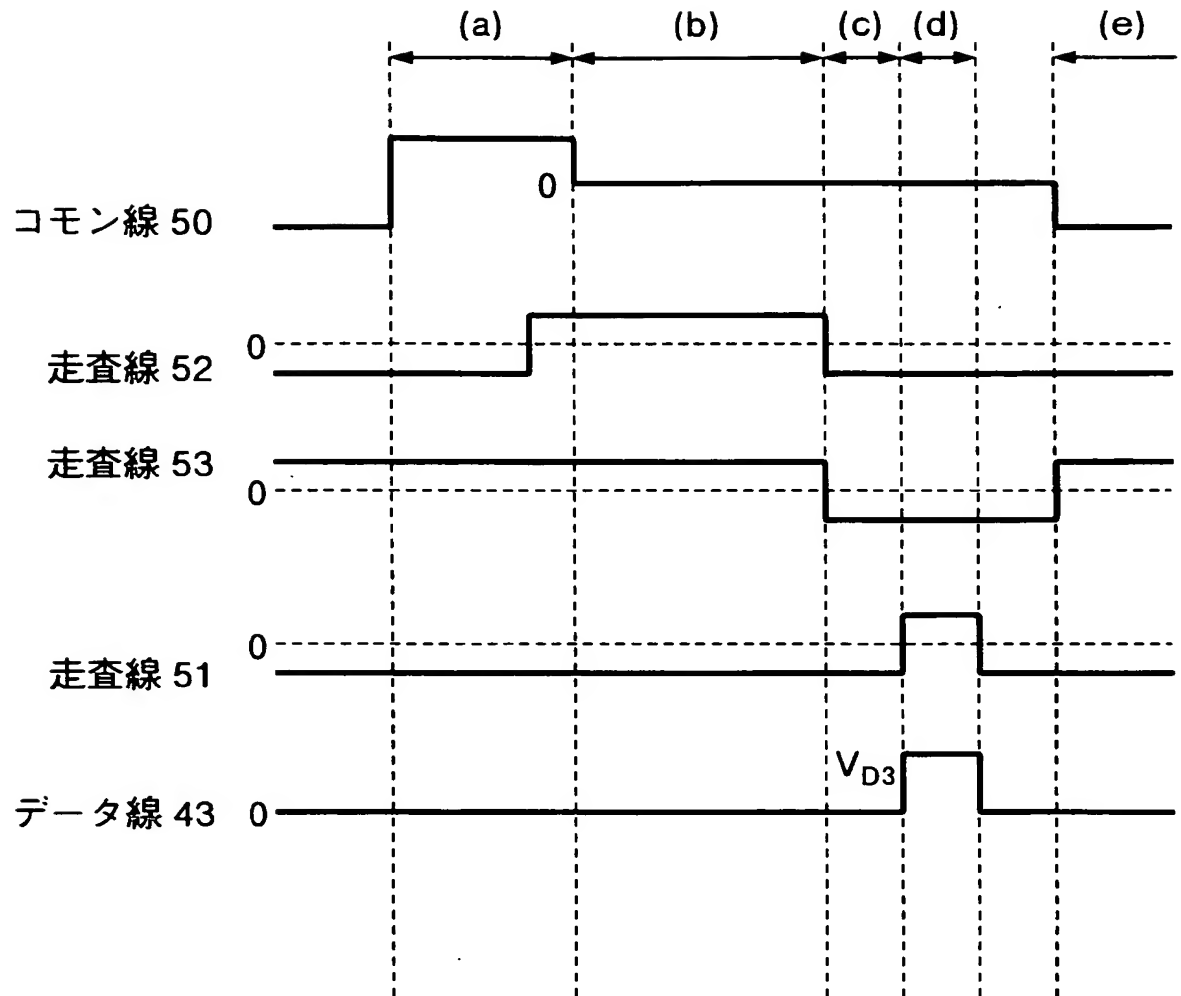
【図 16-4】



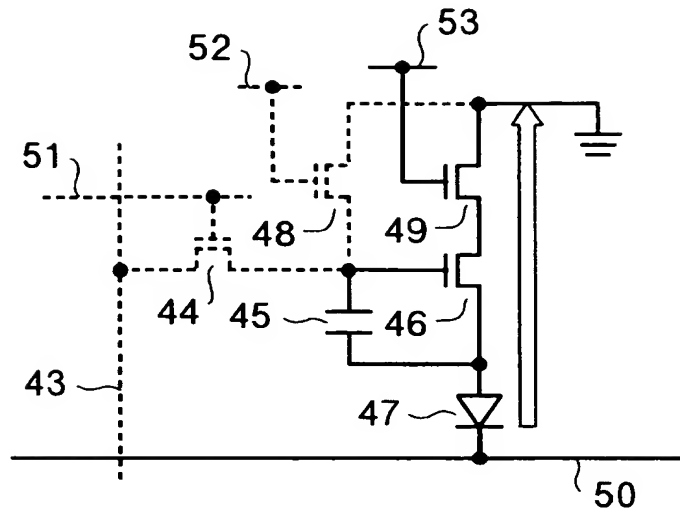
【図 17】



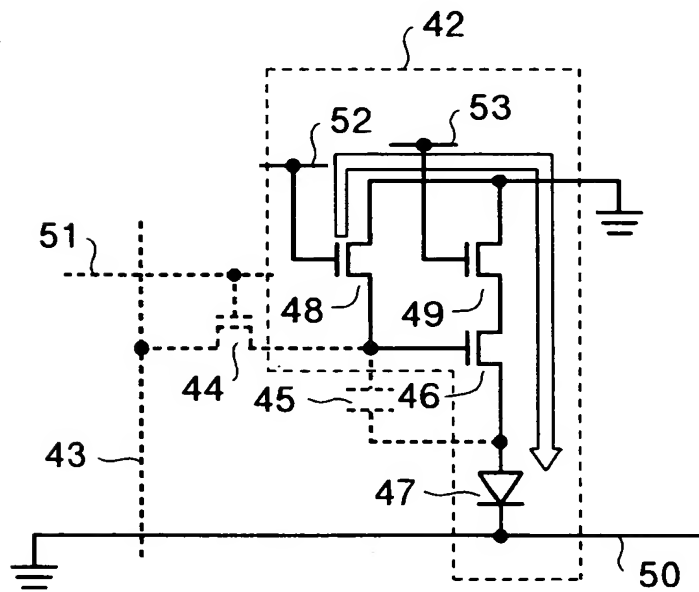
【図 18】



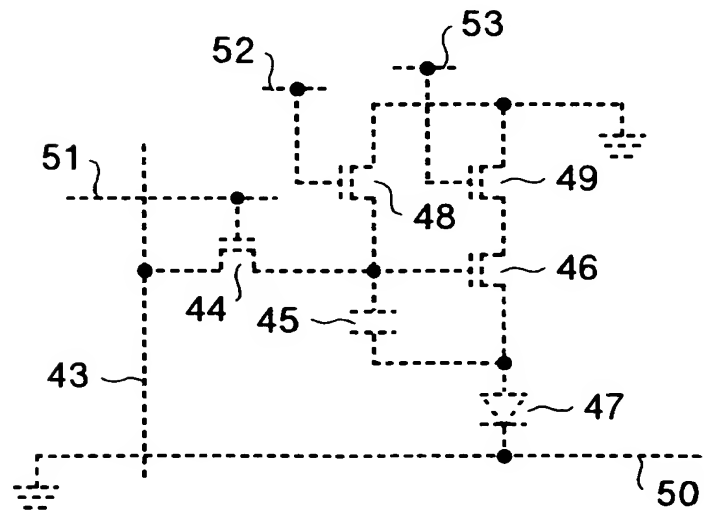
【図 19-1】



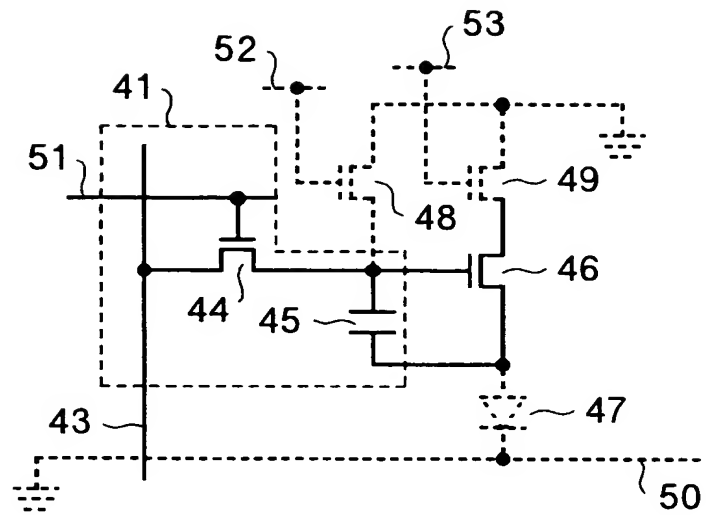
【図 19-2】



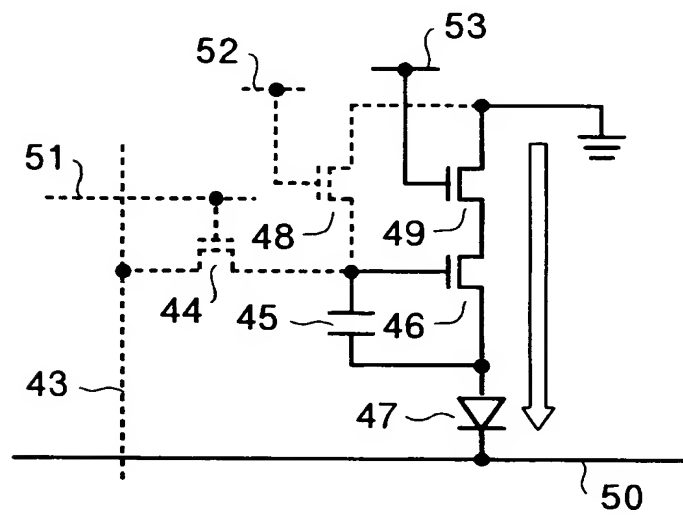
【図 19-3】



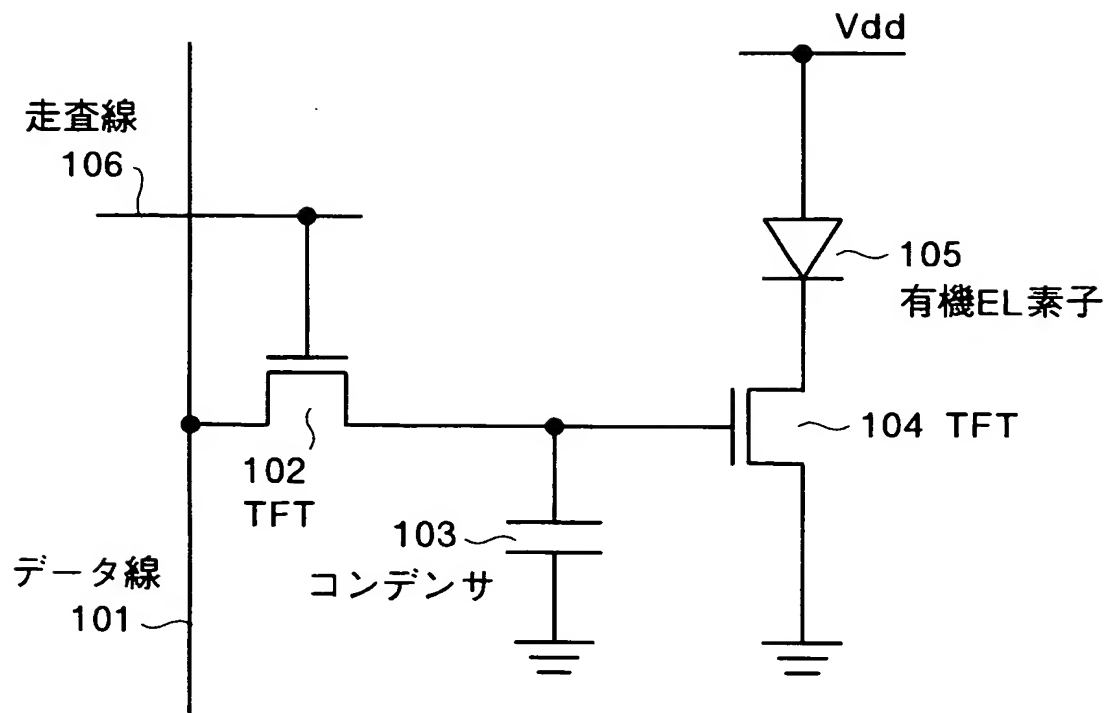
【図 19-4】



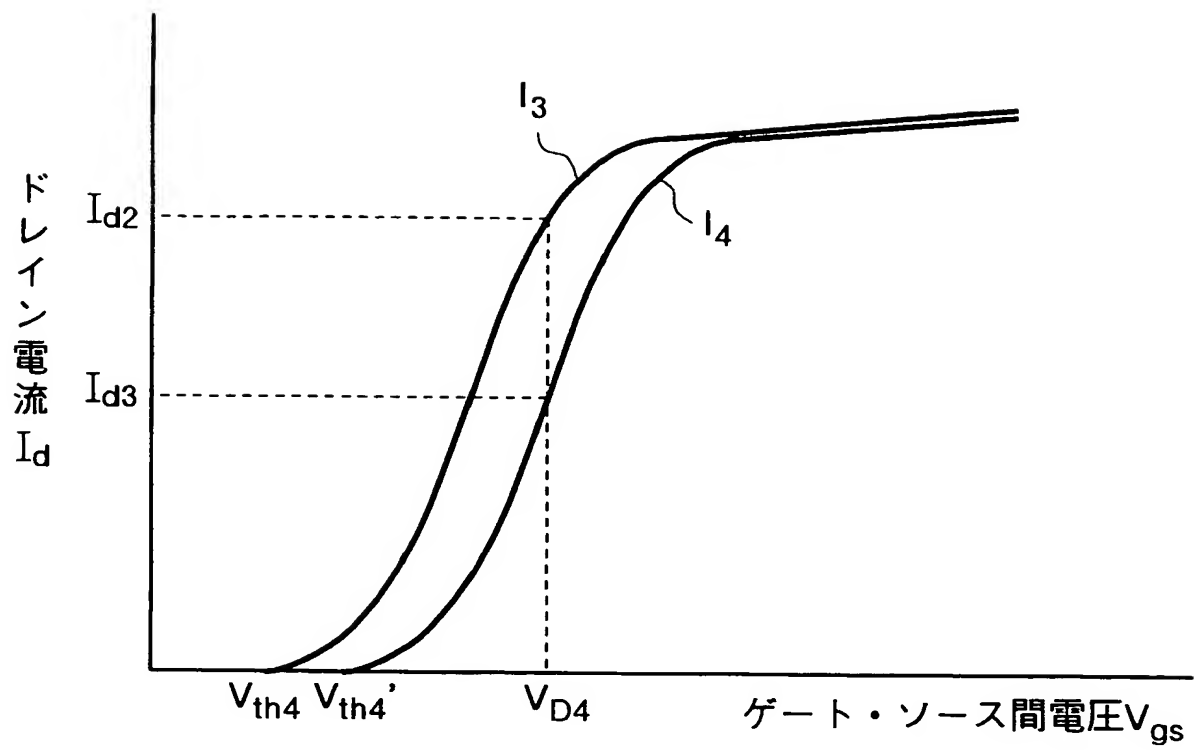
【図 19-5】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 電流発光素子が均一な輝度の光を表示する、画質の劣化を抑制した表示装置を実現すること。

【解決手段】 本発明にかかる表示装置は、データ線 3 と第 1 のスイッチング手段である TFT 4 とコンデンサ 5 を備えたデータ書き込み手段 1 と、第 2 のスイッチング手段である TFT 8 と有機 EL 素子 7 を備えた閾値電圧検出手段 2 を備える。ドライバー素子である TFT 6 のゲート電極とドレイン電極を短絡する TFT 8 を備えた閾値電圧検出手段 2 は、データ書き込み手段 1 と別個独立に動作することにより、TFT 6 の閾値電圧を検出する。また、発光工程における TFT 6 のゲート・ソース間電圧は、データ書き込み手段 1 により書き込まれた電位に閾値電圧検出手段 2 により検出された TFT 6 の閾値電圧を加えた値となる。したがって、TFT 6 の閾値電圧の変動は補償され、均一な輝度の光の表示を可能とする表示装置を実現する。

【選択図】 図 1

【書類名】 出願人名義変更届
【整理番号】 PIDA-15787
【提出日】 平成16年 1月16日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2003-392777
【承継人】
 【識別番号】 000006633
 【氏名又は名称】 京セラ株式会社
【承継人代理人】
 【識別番号】 100089118
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 酒井 宏明
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 036711
 【納付金額】 4,200円
【提出物件の目録】
 【物件名】 委任状 1
 【援用の表示】 特願 2 0 0 3 - 0 4 1 8 2 4 に関する出願人名義変更届の手続補
 足書に添付の委任状
 【物件名】 一部譲渡証書 1
 【援用の表示】 特願 2 0 0 3 - 0 4 1 8 2 4 に関する出願人名義変更届の手続補
 足書に添付の一部譲渡証書



認定・付加情報

| | |
|---------|------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2003-392777 |
| 受付番号 | 50400068652 |
| 書類名 | 出願人名義変更届 |
| 担当官 | 小松 清 1905 |
| 作成日 | 平成 16 年 3 月 15 日 |

< 認定情報・付加情報 >

【承継人】

| | |
|----------|----------------------|
| 【識別番号】 | 000006633 |
| 【住所又は居所】 | 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 |
| 【氏名又は名称】 | 京セラ株式会社 |

【承継人代理人】

申請人

| | |
|----------|---|
| 【識別番号】 | 100089118 |
| 【住所又は居所】 | 東京都千代田区霞が関 3 丁目 2 番 6 号 東京倶楽部ビルディング 酒井国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 酒井 宏明 |



特願 2 0 0 3 - 3 9 2 7 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 9 1 4 2 7 2 9]

1. 変更年月日 1 9 9 9 年 1 0 月 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 台湾台南県台南科学工業園区新市郷奇業路 1 号
氏 名 奇美電子股▲ふん▼有限公司

特願 2 0 0 3 - 3 9 2 7 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 6 3 3]

1. 変更年月日

1 9 9 8 年 8 月 2 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地

氏 名

京セラ株式会社